

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

КОМПЛЕКТ ПРЕЗЕНТАЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«УЧЕНИЕ ОБ ГИДРОСФЕРЕ»

Направление подготовки 05.03.06 Экология и
природопользование □

Разработчик: доцент, к.т.н.
Манвелова Наталья Евгеньевна

Санкт-Петербург
2018



Гидросфера.

Аномальные химические и
физические свойства воды.

**Круговорот воды в
природе.**

ГИДРОСФЕРА

- Гидросфера – водная оболочка Земли, располагающаяся между атмосферой и твердой земной корой (литосферой) и представляющая собой совокупность вод океанов, морей и поверхностных вод суши.
- Гидросфера покрывает 70,8% земной поверхности

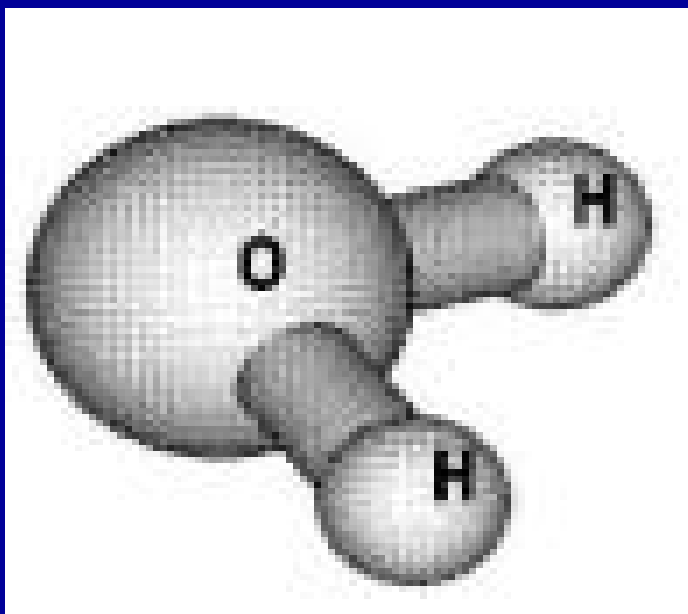
Оценка глобальных запасов пресной и соленой воды



Соленая вода
97,5%
1 325 000 000 км³

СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ ВОДЫ

- Вода состоит из 11,11% водорода и 88,89% кислорода (по весу).



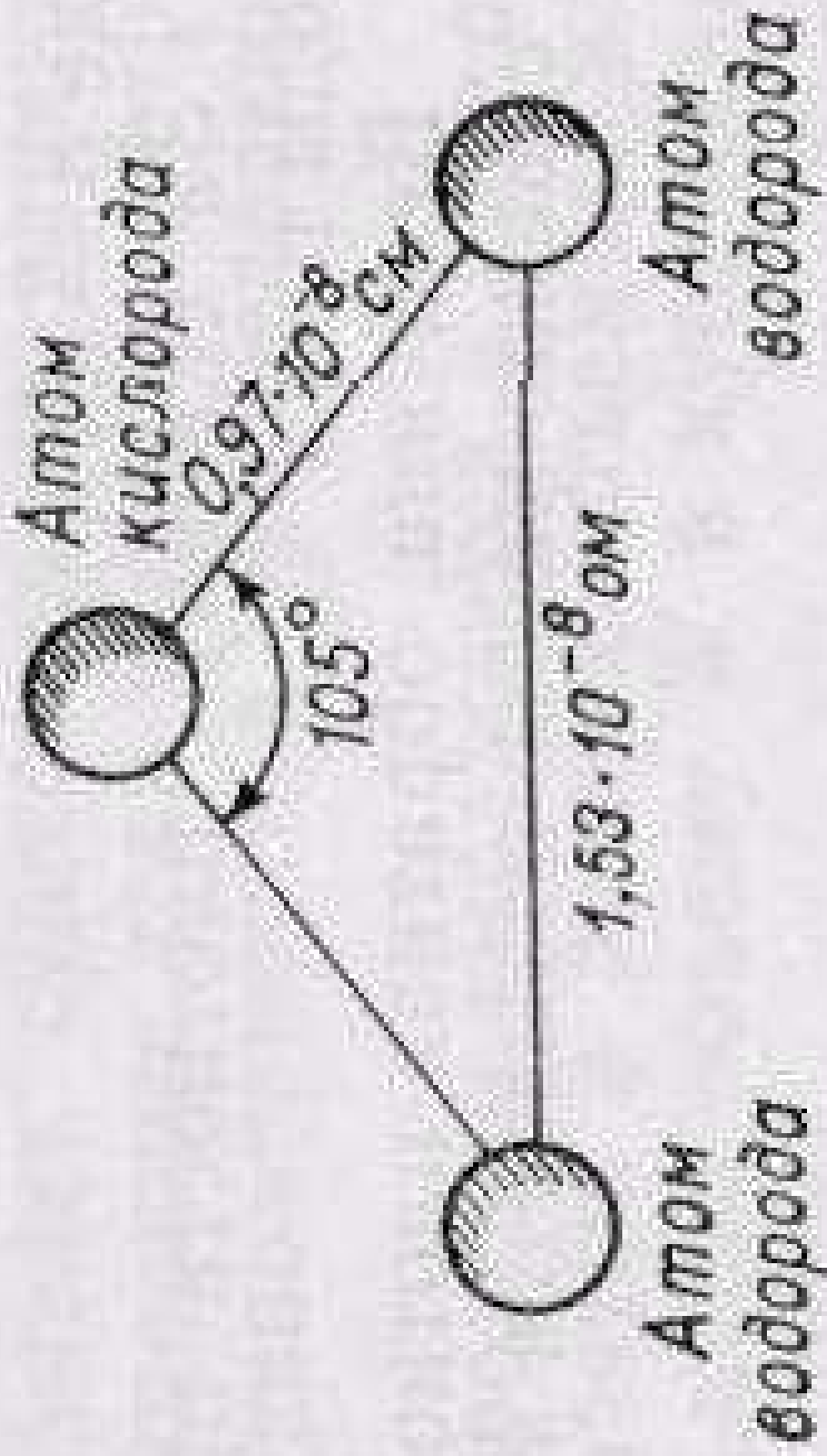


Рис. 7. Схема строения молекулы воды.

СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ ВОДЫ

- Полярность → способность молекул воды объединяться в агрегаты по несколько молекул
- H_2O – гидроль
- $(\text{H}_2\text{O})_2$ – дигидроль
- $(\text{H}_2\text{O})_3$ - тригидроль

Аномальные свойства воды

- Если сравнить **температуру кипения и замерзания** гидридов, образованных элементами шестой группы таблицы Менделеева (селена H_2Se , теллура H_2Te), и воды (H_2O), то по аналогии с ними температура кипения воды должна быть порядка (-60°C), а температура замерзания — ниже (-100°C)
- **Но** при нормальном давлении в 1 атм вода **кипит при $+100^\circ\text{C}$, а замерзает при 0°C .**

Аномальные свойства воды. Плотность

- Плотность воды зависит от
 - ее температуры
 - минерализации
 - давления
 - количества взвешенных частиц и растворенных газов
- С \nearrow T-ры плотность (ρ) всех жидкостей, как правило, \searrow
- ρ ВОДЫ
 - при $T > 4^{\circ}\text{C}$ с \nearrow T-ры \searrow
 - При $0^{\circ}\text{C} < T < 4^{\circ}\text{C}$ с \nearrow T-ры \nearrow
- При 4°C , наблюдается наибольшая плотность

ПЕРЕХОД ВОДЫ ИЗ ОДНОГО АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ В ДРУГОЕ

- **Только вода в нормальных земных условиях** может находиться в трех агрегатных состояниях — твердом, жидком и газообразном. Это обеспечивает всеобщность воды, она пронизывает всю географическую оболочку Земли и производит в ней разнообразную работу.
- Переход воды из одного состояния в другое сопровождается затратами (испарение, таяние) или выделением (конденсация, замерзание) соответствующего количества тепла. На таяние 1 г льда необходимо затратить 677 кал, на испарение 1 г воды — на 80 кал меньше. **Высокая скрытая теплота плавления льда** обеспечивает медленное таяние снега и льда.

Аномальные свойства воды

- Громадное значение в жизни природы имеет и тот факт, что вода обладает **аномально высокой теплоемкостью**, в 3000 раз большей, чем воздух
- Т.е. при охлаждении 1 м³ воды на 1°С на столько же нагревается 3000 м³ воздуха. Поэтому, аккумулируя тепло, океан оказывает смягчающее влияние на климат прибрежных территорий

Аномальные свойства воды

- **Вода — универсальный растворитель**, поэтому в природе не бывает химически чистой воды
- Эта способность воды обеспечивает перенос веществ в географической оболочке, лежит в основе обмена веществами между организмами и средой, в основе питания.

Аномальные свойства воды

- Из всех жидкостей (кроме ртути) **у воды самое высокое поверхностное натяжение и поверхностное давление**
- В силу этого
 - капля воды стремится принять форму шара
 - при соприкосновении с твердыми телами смачивает поверхность большинства из них, именно поэтому она может подниматься вверх по капиллярам горных пород и растений, обеспечивая почвообразование и питание растений.

Аномальные свойства воды

- Вода обладает **высокой термической устойчивостью**. Водяной пар начинает разлагаться на водород и кислород только при температуре выше 1000°C .

Аномальные свойства воды

- Химически чистая вода является очень **плохим проводником электричества**
- Вследствие малой сжимаемости **в воде хорошо распространяются звуковые и ультразвуковые волны.**

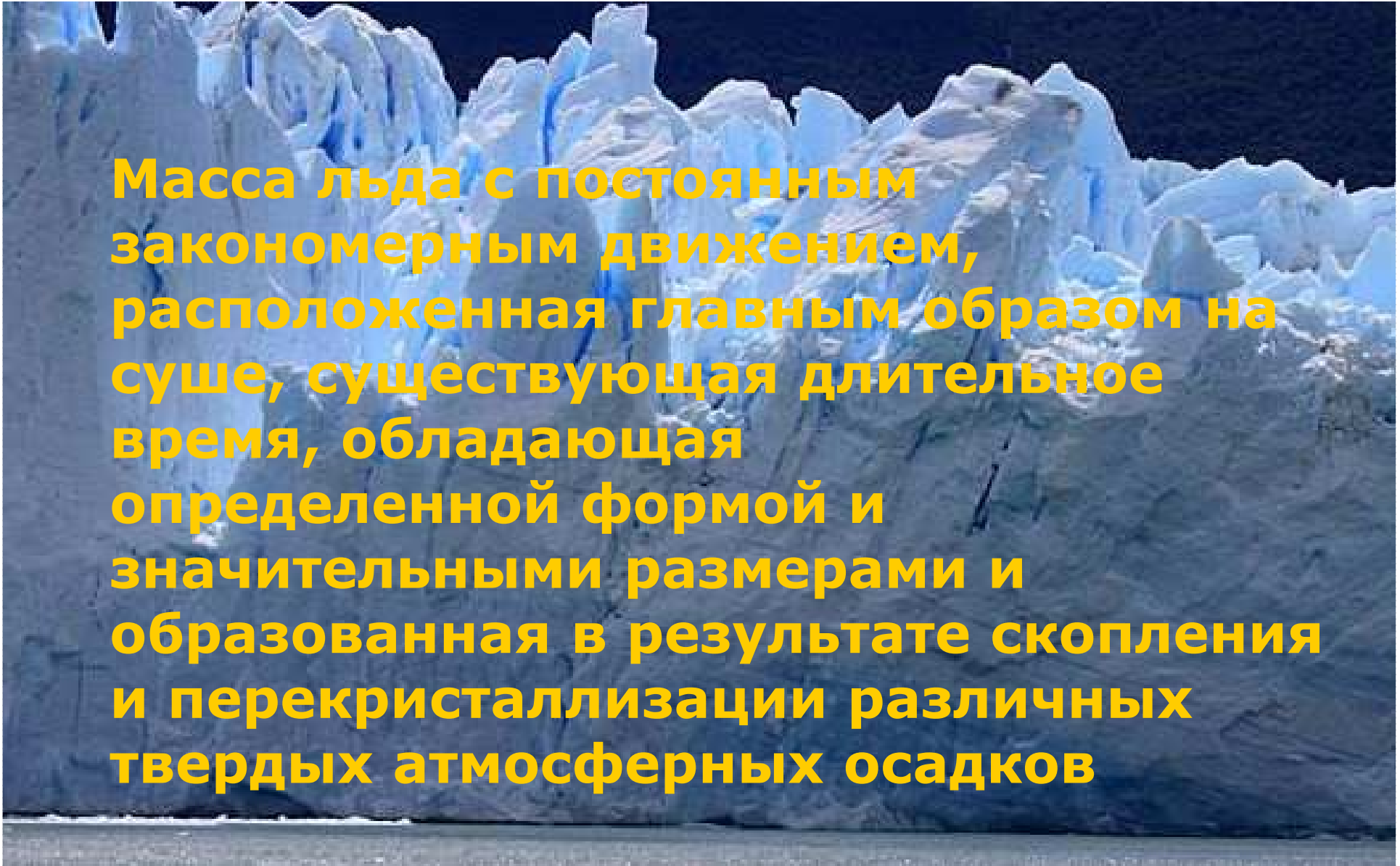
Аномальные свойства воды

- **Свойства воды сильно изменяются под влиянием давления и температуры**
 - при росте давления температура кипения воды повышается, а температура замерзания, наоборот, понижается
 - с повышением температуры уменьшаются поверхностное натяжение, плотность и вязкость воды и возрастают электропроводность и скорость звука в воде.



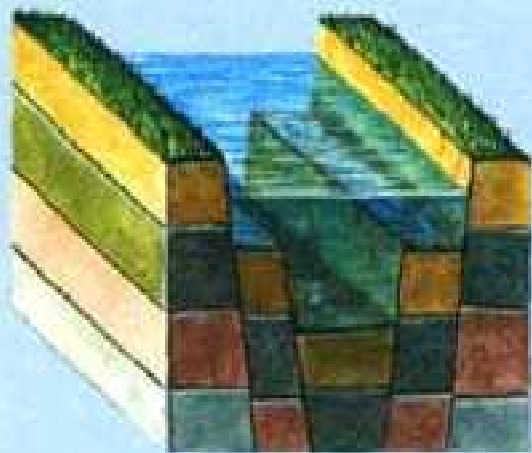
Ледники

Масса льда с постоянным закономерным движением, расположенная главным образом на суше, существующая длительное время, обладающая определенной формой и значительными размерами и образованная в результате скопления и перекристаллизации различных твердых атмосферных осадков

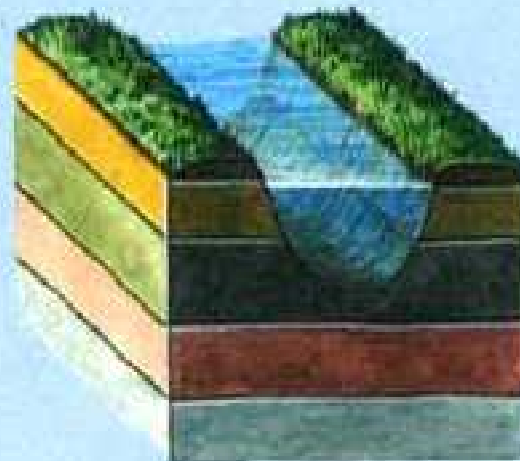


Котловинные озера

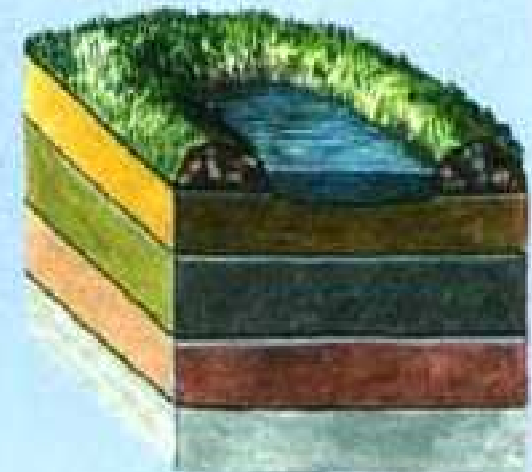
ТИПЫ ОЗЕРНЫХ КОТЛОВИН



Озеро в грабене

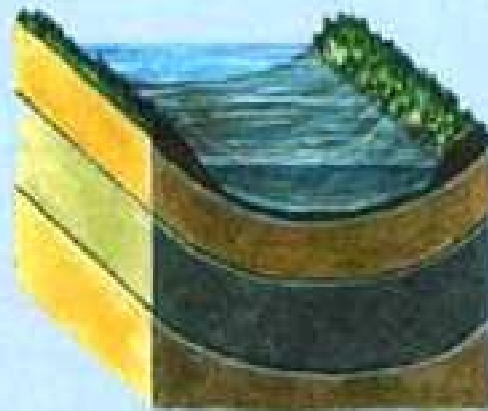


Озеро в борозде, выпанной ледником



Озеро в понижении между моренными холмами

Озеро в прогибе земной коры



Озеро в кратере вулкана

БОЛОТА

- Болото — участок земной поверхности, характеризующийся обильным застойным или слабо проточным увлажнением верхних горизонтов почво-грунтов, на которой произрастает специфическая болотная растительность, приспособленная к условиям обильного увлажнения и недостатка кислорода в почве.



ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

- Воды, находящиеся в порах, пустотах и трещинах горных пород в верхней части земной коры в жидком, твердом и газообразном состояниях, называются подземными водами.

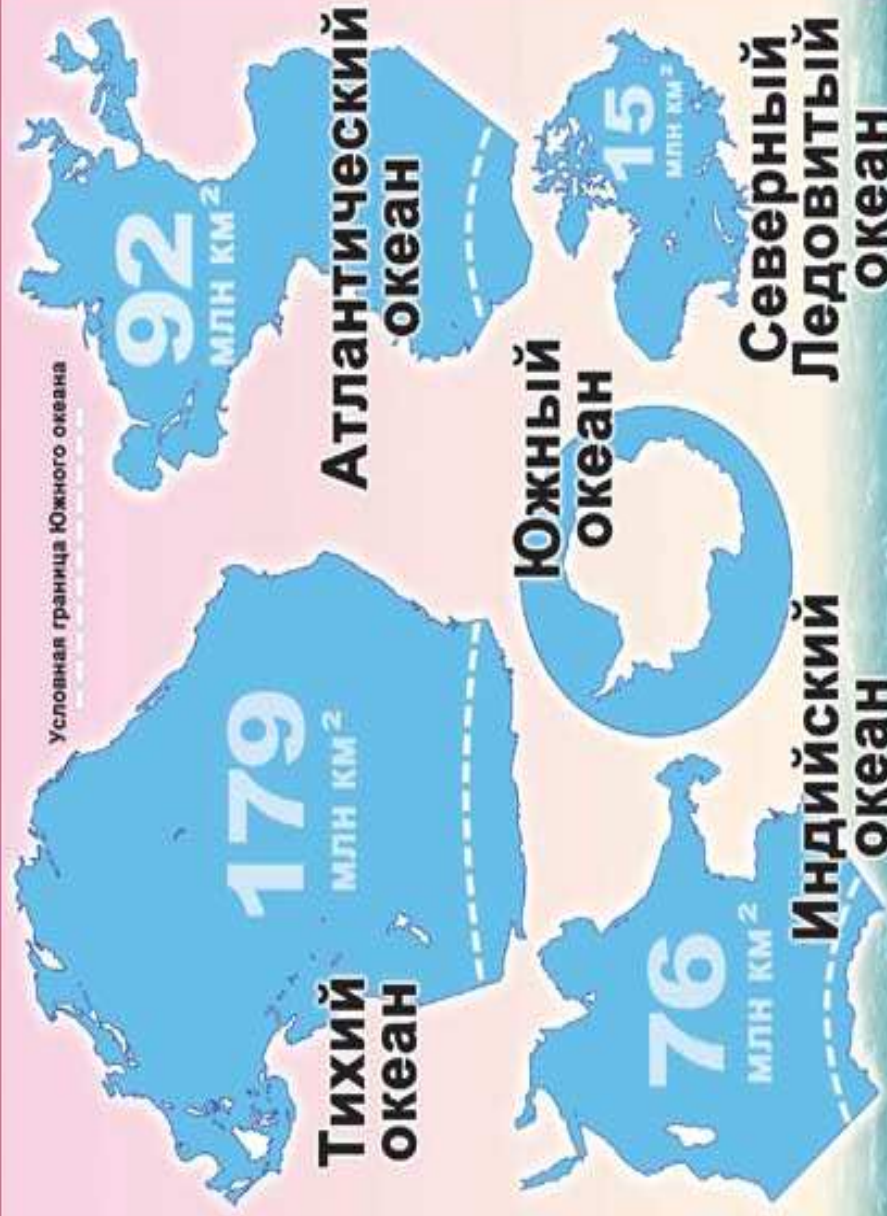
МИРОВОЙ ОКЕАН

- Мировой океан – основная часть гидросферы, занимает около 70.8 % поверхности земного шара
- Средняя глубина – 3795 м
- Наибольшая глубина – 11022 м (Марианский желоб)
- Объем воды – 1370 млн. км³



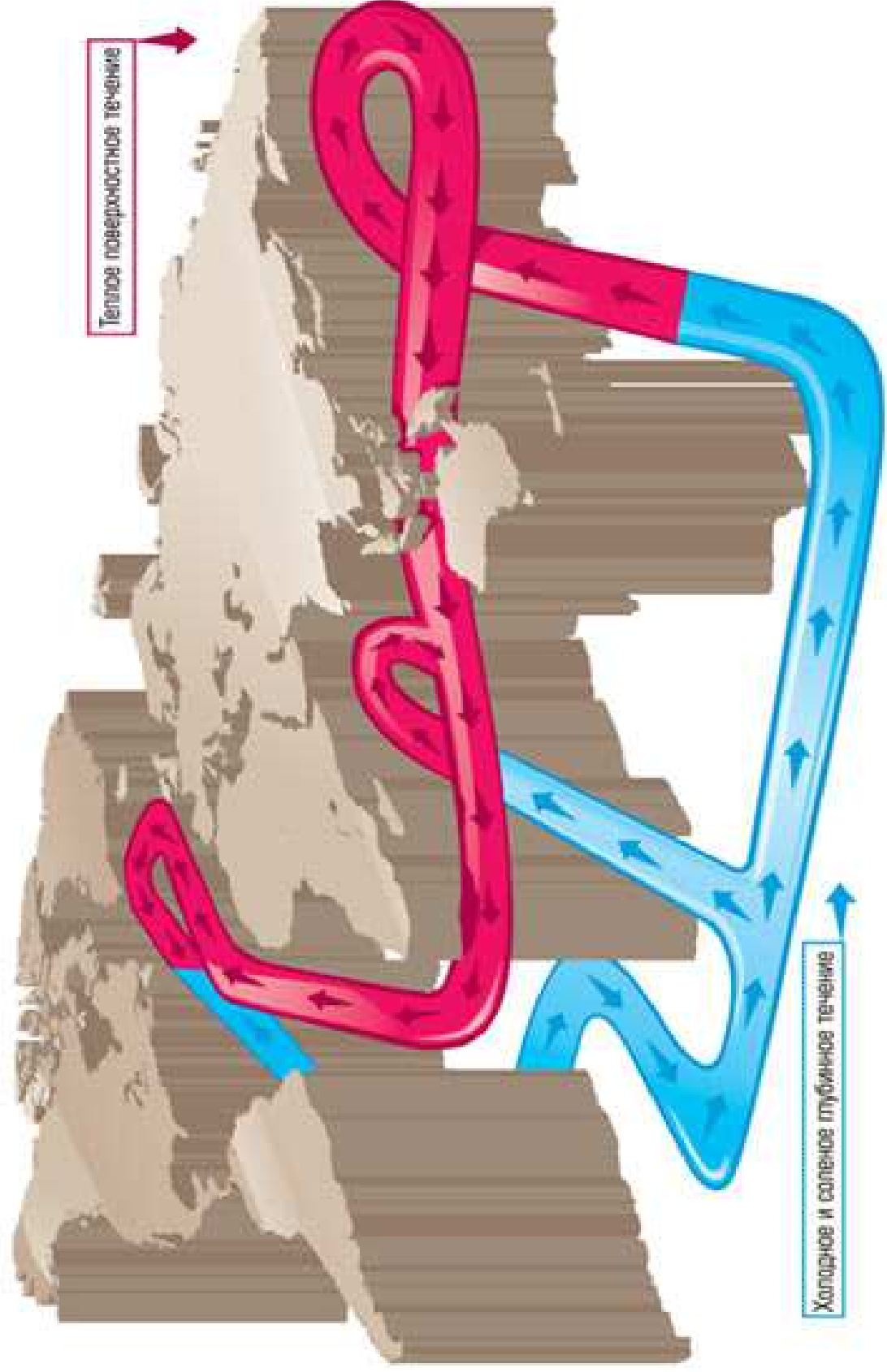
4 МАТЕРИКИ И ОКЕАНЫ, РЕГИОНЫ И СТРАНЫ

ОКЕАНЫ ЗЕМЛИ



Название	Площадь, млн кв.км	Объём, млн куб.км	Средняя глубина, м	Глубочайшая впадина, м	Средняя t в поперек, в слое, °С	Важнейшие течения (подчеркнуты холодные течения)
Тихий	178,62	710,36	3980	11022 (Марьянский желоб)	+18,1	Сек. Пассата, Юж. Пассата, Экваториальное противотечение, Куриле, Сек. Тихоокеанский, Калифорнийский, Лабрадорский, Зип. Ветров
Атлантический	91,56	329,66	3600	8742 (желоб Пуэрто-Рико)	+16,5	Сек. Пассата, Юж. Пассата, Гольфстрим, Сек.-Атлантический, Бристольский, Лабрадорский, Канадский, Восточный, Зип. Ветров
Индийский	76,17	282,65	3710	7729 (Зондский желоб)	+17	Юж. Пассата, Муссонный, Моусонный, Сомалийский, Зип. Ветров
Южный	20,33	· · ·	4000	7235 (Юж.-Сандвичев желоб)	+10...-2	
Сев. Ледовитый	14,75	18,07	1220	5527 (Гренландское море)	-1...-2	Зип. Ветров

Схема циркуляции вод Мирового океана – глобальный конвейер



КРУГОВОРОТ ВОДЫ В ПРИРОДЕ



ВОДНЫЙ БАЛАНС ЗЕМЛИ

- E_p – испарение с периферийной части суши
- P_p – атмосферные осадки на периферийную часть суши
- R_p – речной сток с периферийной части суши
- E_a и P_a – испарение и осадки в областях, лишенных стока в океан
- E_m и P_m – испарение и осадки Мирового океана
- E и P – испарение и осадки на всем земном шаре

ВОДНЫЙ БАЛАНС ЗЕМЛИ

- Для периферийной части суши

$$E_p = P_p - R_p$$

- Для областей, лишенных выхода к морю (бессточных)

$$E_a = P_a$$

- Для Мирового океана

$$E_m = P_m + R_p$$


- Для всего земного шара

$$E = E_p + E_a + E_m = P$$

Значение круговорота воды в природе

- ***Перенос воды из водоёмов на сушу***
- ***Самоочищение воды***
- ***Перенос тепла и минеральных солей из океана на сушу***
- ***Связь оболочек Земли***





КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД

ЛЕКЦИЯ №2

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД

- Уже несколько столетий разрабатываются системы классификации природных вод и способы как можно более краткой характеристики качества воды (индекс качества воды).
- Выделено 625 и даже более классов, групп, типов и разновидностей вод.
- В.И. Вернадский считал, что число видов природных вод больше 1500 единиц.

ГЕТЕРОГЕННЫЕ И ГОМОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ

- **Гетерогенные системы** – системы, внутри которых есть поверхности раздела. Если размер частиц $\geq 10^{-3}$ мкм, то примеси образуют с водой гетерогенную (неоднородную многофазную) систему.
- **Гетерогенные системы** – коллоиды (размер частиц: 10^{-2} – 10^{-1} мкм) или суспензии (частицы $> 10^{-1}$ мкм). Суспензии могут быть представлены взвесями, эмульсиями, пенами (частный случай эмульсий).
- **Гомогенная система** – однофазная, гетерогенная – состоит из не менее двух фаз. При размере частиц примесей воды меньше 10^{-3} мкм – это гомогенная система (однофазная из двух или более индивидуальных веществ).
- **Истинные растворы**, это растворы в которых примеси находятся в молекулярно-растворенном виде или в виде ионов, – **это гомогенные системы**.

СИСТЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ ПРИМЕСЕЙ ВОДЫ

- Вода – один из лучших растворителей.
- Изначально в мировом океане были, в той или иной степени, растворены все вещества земли.
- Сегодня состав природных вод непрерывно изменяется вследствие воздействия как природных факторов, так и деятельности человека.
- Наука, изучающая химический состав воды, называется гидрохимией.
- Природная вода – сложная дисперсная система, содержащая множество разнообразных минеральных и органических примесей.
- Дисперсная система состоит из мелких частиц вещества (примесей воды), распределенного в другом веществе (в среде – в данном случае в воде).

ОСОБЕННОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ ПРИРОДНЫХ ВОД

- Чем более детально разрабатывалась классификация вод в зависимости от присутствующих в ней примесей, тем больше исследователи удалялись от желаемой краткости и ясности в определении качества воды.
- Оказалось невозможным оценить пригодность воды для питьевых, технических, других целей только на основе предложенных универсальных индексов воды.
- По-прежнему качество воды, пригодность ее для использования оценивается по комплексу показателей, и нужно признать, что такой подход дает лишь приблизительное знание о качестве воды.
- Этим, в частности, можно объяснить большое т.Е., Говорить о качестве воды имеет смысл (до нескольких десятков) количество нормируемых показателей для каждого из возможных применений лишь в связи с конкретной областью ее дальнейшего использования.

ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ (ПВ)

- Состав ПВ формируется за счет трех основных факторов:
 - При контакте с атмосферой выпадающих осадков и непосредственно водяного зеркала рек и озер;
 - При контакте с почвами, грунтами, минералами геосферы;
 - За счет трансформации состава ПВ непосредственно в водоемах и водотоках при воздействии водных биоценозов активно участвующих в процессах так называемого самоочищения водоемов.

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПВ

- **Физико-химический состав ПВ** - сложный комплекс содержащихся в ней взвесей, коллоидов, растворенных минеральных и органических веществ и растворенных газов.
- Взвешенные вещества природного происхождения (песок, глины, почва) попадают в реки и озера при эрозии почв и грунтов.
- **Растворенные органические вещества** попадают в водоемы с талыми и ливневыми водами (природный гумус), а также образуются в водоеме в процессе жизнедеятельности и отмирания гидробионтов, также в результате техногенной деятельности человека.
- **Растворенные неорганические (минеральные) вещества** поступают в пв при контакте с почвой, грунтом, а также в результате техногенной деятельности человека.

Классификация природных вод

- К настоящему времени создано несколько десятков классификационных систем.
- Сегодня наиболее употребительны классификационные системы:
 - С.А. Щукарева;
 - О.А. Алёкина;
 - Л.А. Кульского.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД С.А. ЩУКАРЕВА

- Классификация основана на принципе преобладания одного или нескольких из трех главных катионов (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) и трех главных анионов (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-).
- Вода относится к тому или другому классу в зависимости от содержания упомянутых ионов в количестве, превышающем 25% процент-эквивалентов. (Суммы процент-эквивалентов анионов и катионов в отдельности принимают за 100).

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД С.А. ЩУКАРЕВА

- КОМБИНИРУЯ ТИПЫ ВОД ПО СОДЕРЖАНИЮ ИОНОВ, ПОЛУЧАЮТ 49 КЛАССОВ ВОД.
- НАПРИМЕР, ВОДА МОЖЕТ НАЗЫВАТЬСЯ:
 - ГИДРОКАРБОНАТНОЙ,
 - НАТРИЕВО-КАЛЬЦИЕВОЙ,
 - СУЛЬФАТНО-ГИДРОКАРБОНАТНОЙ,
 - КАЛЬЦИЕВОЙ.
- ПО ОБЩЕЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ КАЖДЫЙ КЛАСС РАЗДЕЛЕН НА ГРУППЫ:
 - А – МЕНЕЕ 1,5 Г/Л (ВОДЫ МАЛОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ);
 - В – ОТ 1,5 ДО 10 Г/Л (ВОДЫ СРЕДНЕЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ);
 - С – ОТ 10 ДО 40 Г/Л (ВОДЫ ПОВЫШЕННОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ);
 - D – БОЛЕЕ 40 Г/Л (ПРИРОДНЫЕ РАССОЛЫ).

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД С.А. ЩУКАРЕВА

- Классификация С.А. Щукарева очень проста и удобна для сопоставления различных по химическому составу вод, но громоздка ,т.к. включает(49 классов, 4 группы).
- Кроме того, деление на классы носит формальный характер, вследствие чего часть классов – нереальная.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РЕЧНЫХ ВОД

- В зависимости от преобладающего аниона речные воды делят на три класса (О. А. Алекин):
 - Гидрокарбонатные и карбонатные
 - Сульфатные
 - Хлоридные
- В каждом классе по преобладающему катиону выделяются три группы:
 - Кальциевая
 - Магниева
 - Натриевая
- Большинство рек РФ принадлежит к гидрокарбонатному классу, к группе кальциевых вод.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РЕЧНЫХ ВОД

- По степени минерализации речные воды подразделяют на четыре группы (О. А. Алекин) :
 - Малой минерализации (до 200 мг/л)
 - Средней (200—500 мг/л)
 - Повышенной (500— 1000 мг/л)
 - Высокой (более 1000 мг/л)
- Минерализация речных вод РФ в основном малая и средняя

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИМЕСЕЙ ВОД ПО ФАЗОВО-ДИСПЕРСНОМУ СОСТОЯНИЮ Л.А. КУЛЬСКОГО

Учет фазово-дисперсного состояния примесей ПВ позволил свести все их многообразие к двум типам систем:

- Гетерогенным
- Гомогенным

И четырем группам с характерными для каждой из этих групп набором методов водоочистки.

КЛАССИФИКАЦИЯ ВОД ПО ФАЗОВО-ДИСПЕРСНОМУ СОСТОЯНИЮ ПРИМЕСЕЙ

Группа	Наименование примесей	Размер частиц, мкм	Характеристика примесей
Гетерогенная система			
I	Взвеси	$>10^1$	Суспензии и эмульсии, обуславливающие мутность воды, микроорганизмы и планктон
II	Коллоидно-растворенные вещества	$10^{-1}-10^2$	Коллоиды и высокомолекулярные соединения, обуславливающие окисляемость и цветность воды; вирусы
Гомогенная система			
III	Молекулярно-растворенные вещества	$10^{-2}-10^{-3}$	Газы, растворимые в воде; органические вещества, придающие воде запах и привкус
IV	Вещества, диссоциированные на ионы (электролиты)	$<10^{-3}$	Соли, кислоты, основания, придающие воде жесткость, щелочность и минерализованность

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗОВО-ДИСПЕРСНОГО СОСТОЯНИЯ ПРИМЕСЕЙ

- **Группа I.** Воздействие на взвеси (например, седиментация, осветление во взвешенном слое, осадительное центрифугирование, центробежная сепарация в гидроциклонах, флотация, фильтрование на медленных фильтрах и на скорых фильтрах по безнапорной схеме и др.).
- **Группа II.** Воздействие на коллоидные примеси, в том числе высокомолекулярные соединения и вирусы: коагуляция, флокуляция, электрокоагуляция, биохимическая очистка, адсорбция на высокодисперсных материалах, в том числе глинистых минералах, активированных углях, окисление (хлорирование, озонирование), воздействие ультрафиолетовым излучением, ультразвуковая обработка, обработка ионами тяжелых металлов (меди, серебра и др.).

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗОВО-ДИСПЕРСНОГО СОСТОЯНИЯ ПРИМЕСЕЙ

Группа III. Воздействие на растворенные органические вещества и газы: десорбция газов и легколетучих органических соединений путем аэрирования, термической и вакуумной отгонки, адсорбция на активных углях, природных и синтетических ионитах и других высокопористых материалах, экстракция не смешивающимися с водой органическими растворителями, пенная флотация, ректификация, окисление (жидкофазное, радиационное, электрохимическое, хлором, озоном, диоксидом хлора и др.).

Группа IV. Воздействие на примеси ионогенных неорганических веществ: ионный обмен, электродиализ, реагентная обработка, дистилляция, вымораживание, магнитная обработка, обратный осмос и др.

Группа V. Воздействие на водную систему в целом: закачка в подземные горизонты, в глубины морей, захоронение, сжигание. Эти методы применяются только в том случае, если методы первых четырех групп экономически неприемлемы.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИМЕСЕЙ ВОД ПО СИЛАМ, УДЕРЖИВАЮЩИМ ИХ В ВОДЕ И МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ ЭТИХ ПРИМЕСЕЙ

Фазовая характеристика	Гетерогенные системы		Гомогенные системы	
	I	II	III	IV
Физико-химическая характеристика	Грубодисперсные примеси: суспензии, эмульсии, планктон, патогенные микроорганизмы	Примеси коллоидной степени дисперсности: органические и неорганические вещества, вирусы, бактерии	Примеси молекулярной степени дисперсности: газы, органические вещества, соли, кислоты, щелочи, не перешедшие в ионное состояние	Примеси ионной степени дисперсности: соли, кислоты, основания
Поперечный размер частички, мкм	$>10^1$	10^1-10^2	10^2-10^3	$<10^3$
Методы удаления примесей из воды	Фильтрация (механическое удаление)	Ультрафильтрация	Обратный осмос, нанофильтрация	
		Коагуляция	Десорбция газов и веществ, эвапорация трудно-летучих веществ	Перевод ионов в малорастворимые соединения
	Окисление хлором, озоном, перманганатом			
		Адсорбция на гидроксидах и дисперсных минералах	Адсорбция на активных углях и других материалах	Фиксация на твердой фазе ионитов
	Агрегация при помощи флокулянтов (анионных и катионных)		Ассоциация молекул	Моляризация и комплексообразование
	Флотация	Электро-форетические методы	Экстракция органическими растворителями	Сепарация ионов при различном фазовом состоянии воды
	Электролиз синезеленых водорослей			
Бактерицидное воздействие	Вирулицидное воздействие	Биохимический распад	Использование подвижности ионов в электрическом поле	
Силы, удерживающие примеси в воде	Гидродинамические	Электростатические	Вандерваальсовы	Ионные силы растворов

КЛАССИФИКАЦИЯ ВОД ПО ФАЗОВО-ДИСПЕРСНОМУ СОСТОЯНИЮ ПРИМЕСЕЙ

- При движении по таблице слева направо постоянно уменьшаются размеры частиц примесей, а следовательно возрастают силы их суммарного взаимодействия с водой и повышается устойчивость систем.
- Принятый в таблице порядок расположения систем и групп целесообразен с точки зрения разработки технологической схемы очистки, поскольку очистка как пв так и св сложного состава обычно начинается с удаления грубодисперсных и коллоидных примесей.
- Методы их удаления являются наиболее общими и широко применяемыми.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИМЕСЕЙ ВОД ПО ФАЗОВО-ДИСПЕРСНОМУ СОСТОЯНИЮ Л.А. КУЛЬСКОГО

- Для задач, связанных с очисткой воды, эта классификация полезна тем, что, определив фазово-дисперсное состояние примесей в воде и установив ее принадлежность к какой-то группе, можно предварительно выбрать комплекс методов и стадий очистки воды.
- При этом фазово-дисперсное состояние примесей должно устанавливаться после каждой стадии обработки воды и учитываться при проектировании всей схемы водоподготовки.
- Сведения об индивидуальной физико-химической природе удаляемых примесей позволяет выбирать оптимальные методы очистки из числа рекомендованных для данной группы примесей и уточнять для них технологические режимы.
- Часть методов очистки применяется в водоочистке, в специальных промышленных системах водоподготовки, а также в коммунальном и энергетическом водоснабжении.



Показатели качества воды и их определение

- Температура
- Органолептические показатели: цветность, мутность, запах, вкус и привкус, пенистость
- рН
- Сухой остаток



Температура

Температура является важной гидрологической характеристикой водоема, показателем возможного теплового загрязнения.

Последствия теплового загрязнения:

- при повышенной температуре многие водные организмы, и в частности рыбы, находятся в состоянии стресса, что снижает их естественный иммунитет
- происходит массовое размножение сине-зеленых водорослей
- образуются тепловые барьеры на путях миграций рыбы
- уменьшается видовое разнообразие



Цветность

Естественное свойство природной воды, обусловленное присутствием гуминовых веществ и комплексных соединений железа.

ГОСТ 1030

Различают следующие оттенки:

слабо - желтоватая, светло - желтоватая, желтая, коричневая, красно - коричневая, другая



Запах

Обусловлен наличием летучих пахнущих веществ, которые попадают в воду естественным путем либо со сточными водами



Характер запаха

Естественного происхождения:	Искусственного происхождения:
землистый	нефтепродуктов
гнилостный	хлорный
плесневый	уксусный
торфяной	фенольный
травянистый	др.



«Пороговое число» запаха

N - степень разбавления анализируемой воды водой, лишенной запаха (обрабатывают активированным углем (0,6 г на 1 л), либо пропустив воду через бытовой фильтр для очистки воды).


$$N = V_0/V_a$$

где V_0 - суммарный объем воды (с запахом и без запаха), V_a - объем анализируемой воды (с запахом), мл.

Если анализируемая вода содержит какое-либо пахнущее вещество, то описанным способом можно определить его концентрацию в пробе.

$$C_x = C_0 \cdot (N_0/N_x),$$

C_0 - концентрация определяемого вещества в стандартном растворе, мг/л, N_0 и N_x - «пороговое число» запаха стандартного раствора и пробы соответственно.



Интенсивность запаха оценивают по 5 - бальной шкале (ГОСТ 3351)

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха
нет	Запах не ощущается	0
очень слабая	Запах сразу не ощущается, но обнаруживается при тщательном исследовании	1
слабая	Запах замечается, если обратить на это внимание	2
заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительные отзывы о воде	3
отчетливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4
очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5



Вкус и привкус

Различают 4 вкуса:

- соленый
- кислый
- горький
- сладкий



Мутность

Обусловлена содержанием взвешенных в воде мелкодисперсных примесей - нерастворимых или коллоидных частиц различного происхождения.

Мутность воды обуславливает и некоторые другие характеристики воды - такие как:

- Наличие осадка, который может отсутствовать, быть незначительным, заметным, большим, очень большим (в мм)
- Взвешенные вещества, или грубодисперсные примеси определяются гравиметрически после фильтрования пробы, по привесу высушенного фильтра. Этот показатель обычно мало информативен и имеет значение, главным образом, для сточных вод
- Прозрачность, измеряется как высота столба воды, при взгляде сквозь который на белой бумаге можно различать стандартный шрифт



Пенистость

Пенистостью считается способность воды сохранять искусственно созданную пену



Водородный показатель

Для всего живого в воде минимально
возможная величина $pH=5$



Щелочность и кислотность

Щелочность обусловлена присутствием в воде веществ, содержащих гидроксо-анион, а также веществ, реагирующих с сильными кислотами (соляной, серной).

К таким соединениям относятся:

1. сильные щелочи (KOH, NaOH) и летучие основания (например, NH_4OH), а также анионы, обуславливающие высокую щелочность в результате гидролиза в водном растворе при $\text{pH} > 8,4$ (CO_3^{2-} , S^{2-} , PO_4^{3-} , SiO_3^{2-} и др.)
2. слабые основания и анионы летучих и нелетучих слабых кислот (HCO_3^- , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , CH_3COO^- , HS^- , анионы гуминовых кислот и др.)

Щелочность пробы воды измеряется в моль-экв/л или ммоль-экв/л



Кислотность воды обусловлена содержанием в воде веществ, реагирующих с гидроксо-анионами.

К таким соединениям относятся:

1. сильные кислоты: соляная (HCl), азотная (HNO_3), серная (H_2SO_4);
2. слабые кислоты: уксусная (CH_3COOH); сернистая (H_2SO_3); угольная (H_2CO_3), сероводородная (H_2S) и т.п.

Кислотность пробы воды измеряется в моль-экв/л или ммоль-экв/л




Жесткость воды

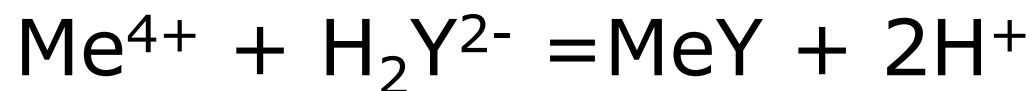
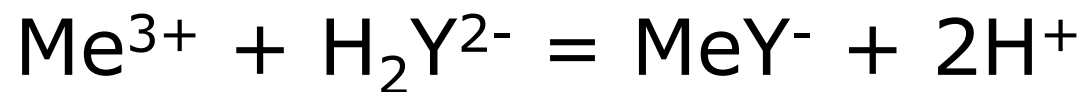
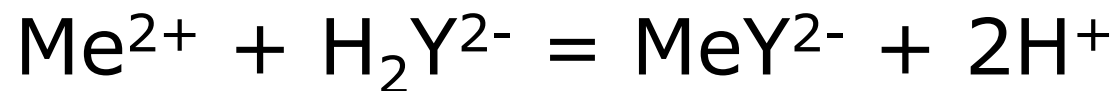
Представляет собой свойство природной воды, зависящее от наличия в ней главным образом растворенных солей кальция и магния. Суммарное содержание этих солей называют *общей жесткостью*.


Общая жесткость подразделяется на

- карбонатную, обусловленную концентрацией гидрокарбонатов (и карбонатов при pH 8,3) кальция и магния
- некарбонатную - концентрацию в воде кальциевых и магниевых солей сильных кислот

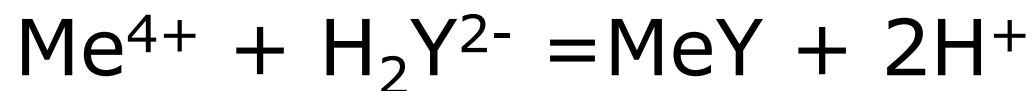
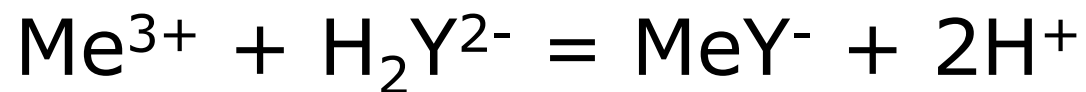
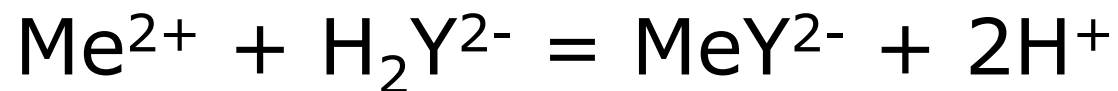


**Схематически образование комплексного соединения
можно представить следующим образом:**





**Схематически образование комплексного соединения
можно представить следующим образом:**






ВОДА КАК ОБЪЕКТ АНАЛИЗА

Общее количество воды на Земле - 1386 млн км³, общая площадь морей и океанов превышает в 2,5 раза территорию суши.

Из общего количества вод на Земле доля пресных вод составляет 2,5% - более 8 млн м³ на каждого жителя планеты.

Подавляющая часть пресной воды труднодоступна, почти 70% ее заключено в ледниках. Под почвой находятся обширные запасы подземных вод. Пресные воды залегают до глубины 150-200 м, ниже они переходят в солоноватые и рассолы. Объем подземных вод в 100 раз больше, чем объем поверхностных пресных вод.

Вода - единственная природная жидкость, имеющаяся на поверхности Земли в огромном количестве. Она находится не только в гидросфере, но и в атмосфере, в виде водяного пара и конденсата, и литосфере.




Основными источниками загрязнения природных вод являются:

1. Атмосферные воды, несущие массы вымываемых из воздуха загрязнителей промышленного происхождения. При стекании по склонам атмосферные и талые воды дополнительно увлекают за собой огромное количество веществ; опасны стоки с городских улиц, с территорий нефтеперерабатывающих и химических заводов.
2. Городские сточные воды, включающие бытовые отходы.
3. Промышленные сточные воды, образующиеся в самых разнообразных отраслях производства, среди которых наиболее активно потребляют воду черная металлургия, химическая, лесохимическая, нефтеперерабатывающая промышленности.

Из промышленных сточных вод выделяют следующие виды сточной воды:

1. Реакционные воды, образующиеся в процессе реакции с выделением воды. Загрязнены как исходными веществами, так и продуктами реакции.
2. Воды, содержащиеся в сырье и исходных продуктах. При переработке последних вода загрязняется разными веществами.
3. Промывные воды - воды после промывки сырья, продуктов, тары, оборудования.
4. Водные экстрагенты и абсорбенты.
5. Охлаждающие воды, которые не соприкасаются с технологическими продуктами и используются в системах оборотного водоснабжения.
6. Бытовые воды - воды столовых, прачечных, душевых, туалетов и т.д.



Процесс очистки предполагает удаление следующих основных веществ и типов загрязнений:

- 1) взвесей, например, ила, делающего воду мутной и приводящего к образованию отложений
- 2) веществ, поглощающих кислород
- 3) питательных веществ, необходимых для образования новых организмов



Существует несколько методов утилизации обезвоженного осадка:

1. захоронение в специальных местах, при этом осадок не должен проникать в грунтовые воды
2. компостирование вместе с твердыми бытовыми отходами
3. сжигание (недостаток этого метода - загрязнение атмосферы)
4. использование в качестве удобрений (недостаток метода - остается проблема тяжелых металлов)



Загрязнение водных систем представляет большую опасность, чем загрязнение атмосферы

- процессы регенерации и самоочищения протекают в водной среде медленнее, чем в воздухе
- источники загрязнения водоемов более разнообразны
- естественные процессы, осуществляемые в водной среде, подвергающейся загрязнению, более чувствительны сами по себе и имеют большее значение для обеспечения жизни на Земле, чем те, что протекают в атмосфере

МИРОВОЙ ОКЕАН

- Мировой океан – непрерывная водная оболочка Земли, окружающая материки и острова и обладающая общностью солевого состава



МИРОВОЙ ОКЕАН

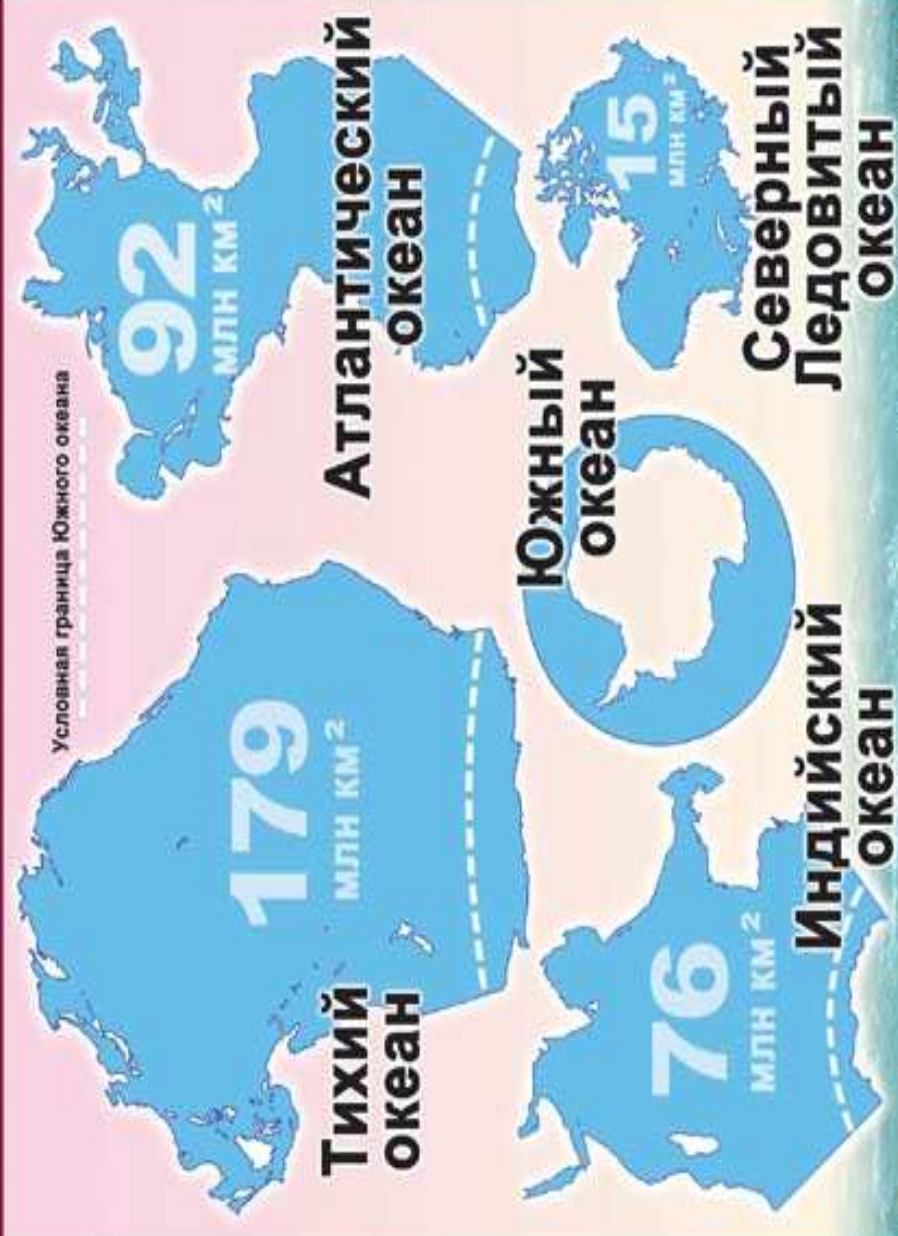
- Мировой океан – основная часть гидросферы, занимает около 70.8 % поверхности земного шара
- Средняя глубина – 3795 м
- Наибольшая глубина – 11022 м (Марианский желоб)
- Объем воды – 1370 млн. км³



МАТЕРИКИ И ОКЕАНЫ, РЕГИОНЫ И СТРАНЫ

4

ОКЕАНЫ ЗЕМЛИ



Название	Площадь, млн кв.км	Объём, млн куб.км	Средняя глубина, м	Глубочайшая впадина, м	Средняя t в поперек, в слое, °С	Важнейшие течения (подчеркнуты холодные течения)
Тихий	178,62	710,36	3980	11022 (Марьянский желоб)	+18,1	Сек. Пассата, Юж. Пассата, Экваториальное противотечение, Куриле, Сек. Тихоокеанский, Калифорнийский, Лабрадорский, Зип. Ветра
Атлантический	91,56	329,66	3600	8742 (желоб Пуэрто-Рико)	+16,5	Сек. Пассата, Юж. Пассата, Гольфстрим, Сек.-Атлантический, Бриджманский, Лабрадорский, Канадский, Восточный, Зип. Ветра
Индийский	76,17	282,65	3710	7729 (Зондский желоб)	+17	Юж. Пассата, Муссонный, Моусонный, Сомалийский, Зип. Ветра
Южный	20,33	· · ·	4000	7235 (Юж.-Сандвичев желоб)	+10...-2	
Сев. Ледовитый	14,75	18,07	1220	5527 (Гренландское море)	-1...-2	Зип. Ветра

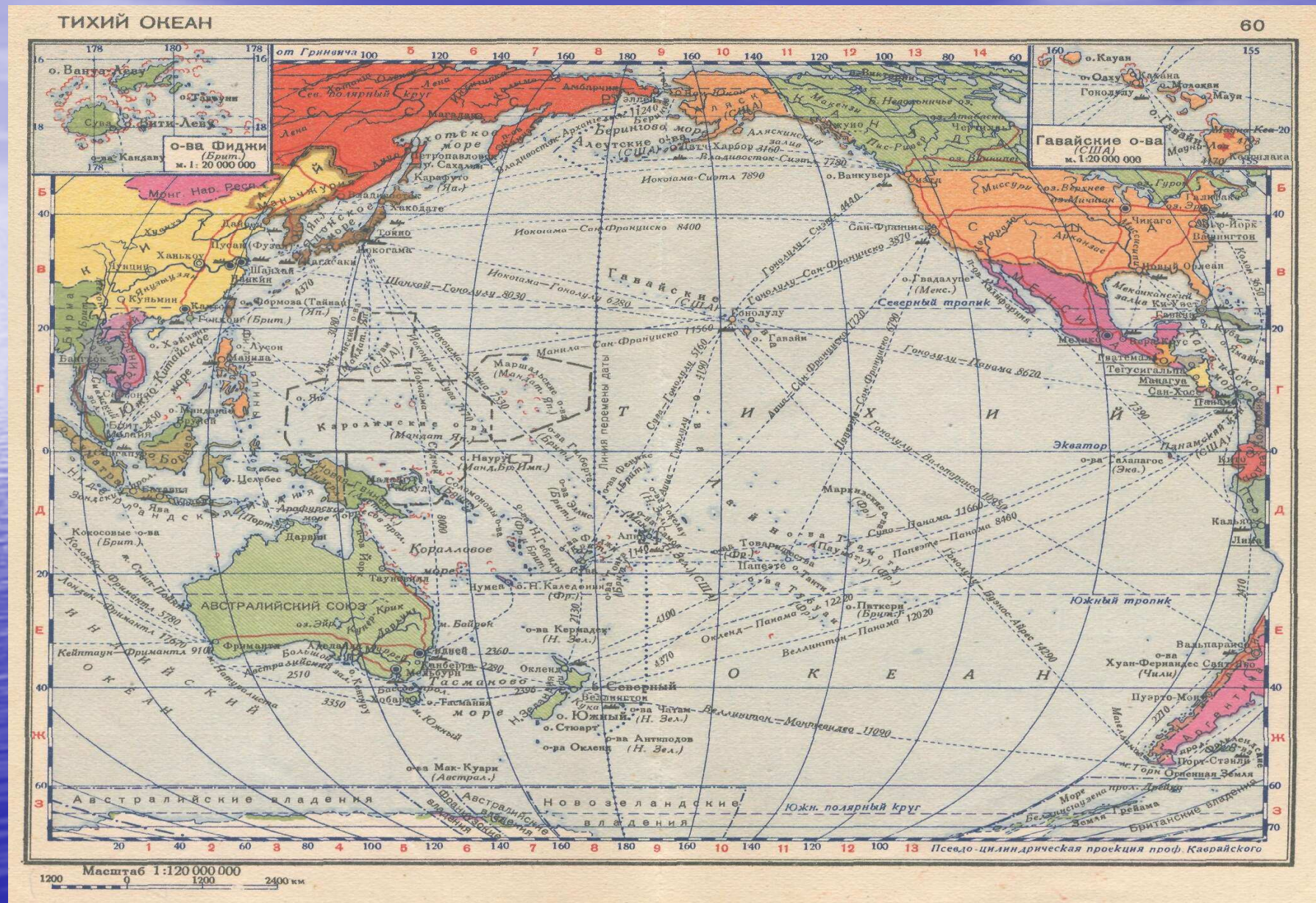
ОКЕАН

- Часть Мирового океана, расположенная между отдельными материками и отличающаяся своеобразной конфигурацией береговой линии и особенностями подводного рельефа, отражающего историю формирования данного участка земной коры

ОКЕАН

- Основные признаки океанов:
 - самостоятельная система течений и атмосферной циркуляции
 - структура водных масс с характерным пространственным и вертикальным распределением океанологических элементов.

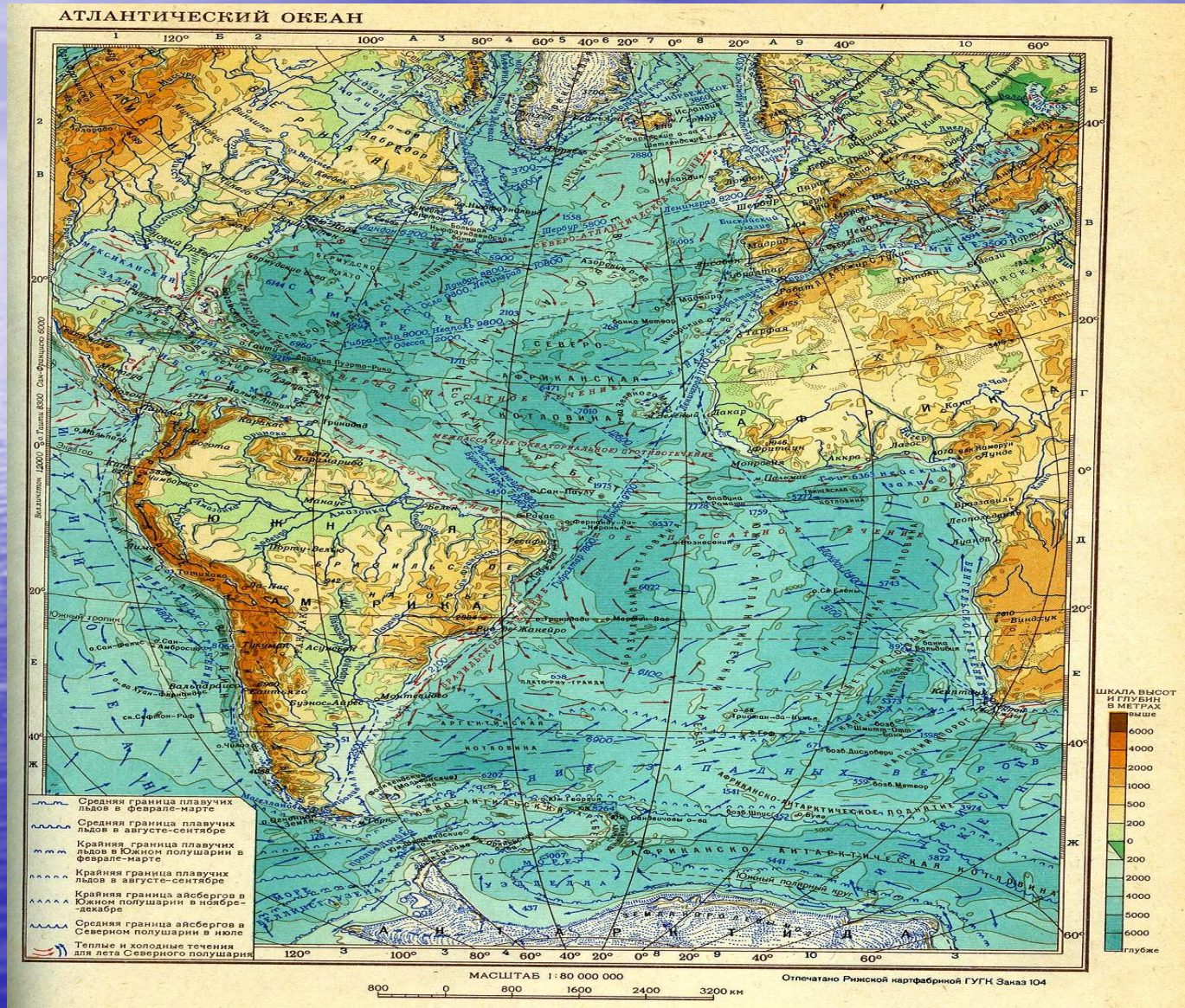
ТИХИЙ ОКЕАН



ТИХИЙ ОКЕАН

- Самый большой и самый глубокий из всех океанов планеты
- Поверхность – 179 млн км²
- Соленость – 33 – 37 ‰
- Температура воды – от 29°С до -3°С в полярных районах
- Средняя глубина – 3980м
- Наибольшая глубина – 11022м (Марианский желоб)
- На дне Тихого океана происходит интенсивная вулканическая деятельность

АТЛАНТИЧЕСКИЙ ОКЕАН



АТЛАНТИЧЕСКИЙ ОКЕАН

- Второй по величине
- Поверхность – 92 млн км²
- Соленость 33 – 37 ‰
- Температура воды – от 29°С (Карибский район) до - 3°С (полярные районы)
- Средняя глубина – 3600м
- Самые глубокие места Атлантического океана находятся в Пуэрто-Риканской впадине, достигающей глубины 9219 м

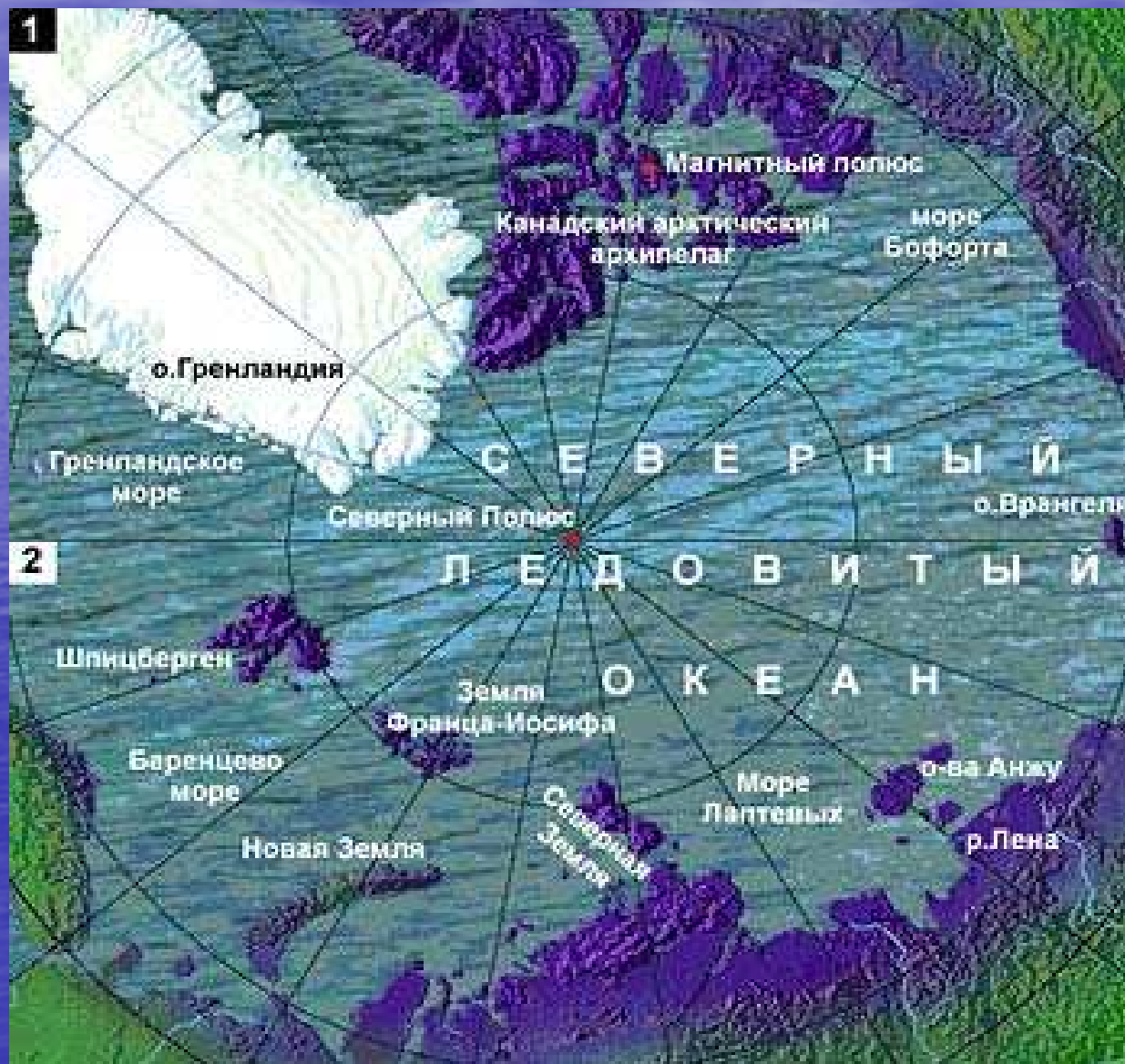
ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН



ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН

- Третий по величине океан нашей планеты.
- Это самый теплый и самый соленый океан
- Поверхность – 76 млн км²
- Соленость – 33 – 44 ‰ (в Красном море)
- Температура воды – от 32°С до 10°С
- Средняя глубина – 3710м
- Наибольшая глубина – 7729м (Зондский желоб)

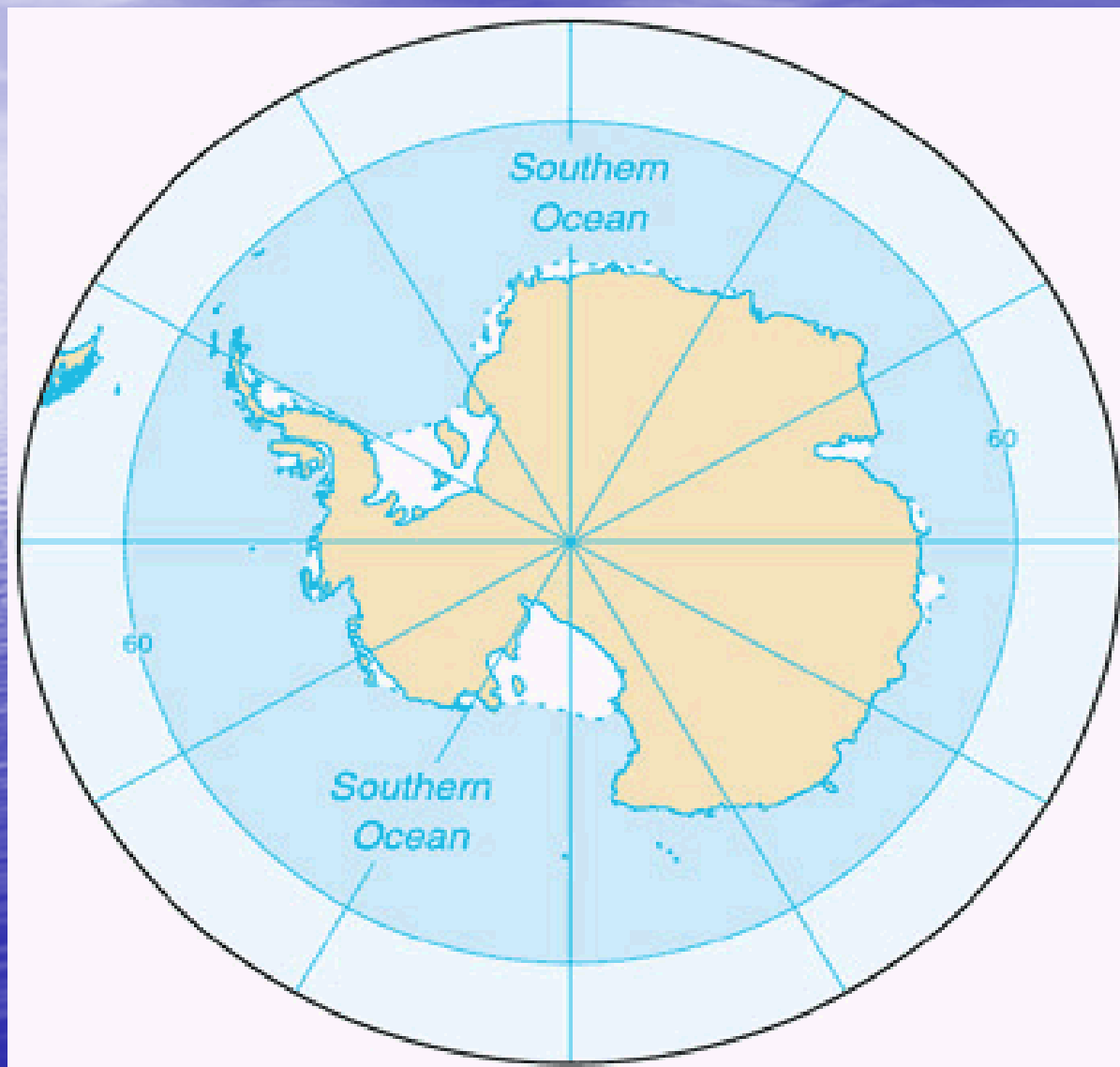
СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН



СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН

- Самый молодой из океанов
- Поверхность – 15 млн км²
- Соленость – 30 (к концу лета) - 34 ‰
- Температура – зимой близка к температуре замерзания морской воды, летом повышается на 0,1 – 0,2°С
- Средняя глубина – 1220м
- Наибольшая глубина – 5527м
(Гренландское море)

ЮЖНЫЙ ОКЕАН



ЮЖНЫЙ ОКЕАН

- Южный океан появился на картах совсем недавно. Весной 2000 Международная Гидрографическая Организация приняла решение объявить водное пространство к северу от побережья Антарктиды до 60 градуса южной широты отдельным океаном - Южным. Решение основано на последних океанографических данных, указывающих на уникальность вод, окружающих Антарктиду.
- Площадь: 20 327 млн км²
- Максимальная глубина: Южно-Сандвичев желоб - 7 235 м

МОРЕ

- Часть океана, вдающаяся в сушу и сообщаемая с прилежащим океаном или морем свободно, через проливы, или отделенная островами, их грядами, подводными поднятиями (порогами), называется морем. (исключение составляет Саргассово море, расположенное внутри океана)
- По местоположению моря бывают
 - Окраинные
 - Средиземные
 - Межматериковые
 - Внутриматериковые
 - Межостровные

МОРЯ, ЗАЛИВЫ

- Моря составляют около 10% площади Мирового океана
- Самые крупные моря – Филиппинское, Аравийское, Коралловое
- Залив – часть океана или моря, вдающаяся в сушу. Заливы менее изолированы, чем моря, поэтому их режим более близок к открытым океанам

ПРОЛИВЫ

- Пролив – относительно узкая часть океана или моря, разделяющая два участка суши и соединяющая два смежных водоема
- Самый широкий (1120 км) и глубокий (5249 м) пролив Дрейка
- Самый длинный (1760 км) Мозамбикский пролив

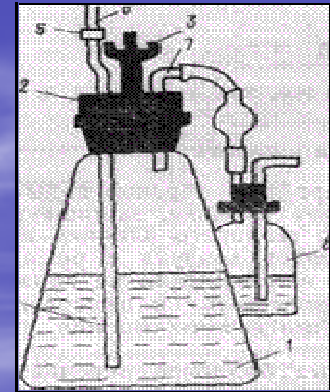
СОСТАВ МОРСКОЙ ВОДЫ

- **Среднее количество растворенных** в водах Мирового океана **твердых веществ** составляет около 3,5% по весу
- **Больше всего** в морской воде содержится Cl — 1,9%, Na — 1,06%, Mg — 0,13%, S — 0,088%, Ca — 0,040%, K — 0,038%, Br - 0,0065%, C — 0,003%. Содержание остальных элементов, в том числе биогенных и микроэлементов менее 0,3%.
- В водах океана обнаружены **драгоценные металлы**, но концентрация их незначительна, и при общем большом количестве в океане (золота — $55 \cdot 10^5$ т, серебра — $137 \cdot 10^6$ т) добыча их нерентабельна.

СОСТАВ МОРСКОЙ ВОДЫ

- Главнейшие распространенные в воде элементы обычно находятся в ней не в чистом виде, а в виде соединений (солей). Основными из них являются:
- 1) **хлориды** (NaCl , MgCl) - 88,7% всех растворимых в воде веществ
- 2) **сульфаты** (MgSO_4 , CaSO_4 , K_2SO_4) - 10,8%;
- 3) **карбонаты** (CaCO_3) - 0,3%

СОЛЕННОСТЬ МОРСКОЙ ВОДЫ



- Соленостью называется количество солей в граммах, растворенных в 1кг (л) морской воды
- Выражается в промилле, т.е. в тысячных долях (‰)
- Средняя соленость океанской воды - 35‰

СОСТАВ МОРСКОЙ ВОДЫ

- Независимо от абсолютной концентрации раствора количественные соотношения между главными ионами остаются постоянными. Поэтому достаточно знать концентрацию одного из компонентов (обычно хлора, как наиболее легко определяемого), чтобы определить остальные.

- Эмпирическое соотношение между соленостью океанической воды и содержанием хлора выражается формулой:

$$S = 1,81 \cdot Cl\text{‰}$$

- Число 1,81 носит название хлорного коэффициента

СРЕДНЯЯ СОЛЕННОСТЬ НА ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНОВ В ‰

Океан	С.П.	Ю.П.
Атлантический	35,8	35,0
Тихий	34,6	35,1
Индийский	35,0	34,7
Сев. Ледов.	34,0 – 20,0	
Южный		34,0 -32,0

ГАЗЫ В МОРСКОЙ ВОДЕ. КИСЛОРОД

- **Встречается** в морской воде повсюду на различных глубинах
- **Поступает** в воду из атмосферы + результате фотосинтезической деятельности растений
- **Расходуется**
 - путем отдачи в атмосферу при избытке его в поверхностных слоях воды
 - на дыхание морских организмов
 - на окисление различных веществ
- Наиболее быстро обмениваются кислородом с воздухом поверхностные слои воды при волнении и притом тем быстрее, чем сильнее волнение

ГАЗЫ В МОРСКОЙ ВОДЕ. АЗОТ

- Азот, растворенный в морской воде, находится почти **в полном равновесии** с азотом атмосферы.
- Содержание свободного азота **в глубинных водах** связано с образованием и распадом органического вещества и деятельностью бактерий.
- Растворенный в воде азот, особенно в прибрежных районах, усваивается особыми бактериями, перерабатывающими его в **азотистые соединения** (нитраты— соли азотной кислоты (HNO_3), нитритов — солей азотистой кислоты (HNO_2) и солей аммония (NH_4)).

ГАЗЫ В МОРСКОЙ ВОДЕ. CO_2

- Большая часть находится в воде **в виде углекислых соединений.**
- **Попадает в воду**
 - в результате поглощения из воздуха
 - путем выделения организмами при дыхании
 - образуется при разложении органических веществ
 - Некоторое количество CO_2 выделяется при вулканических извержениях
- **Расходуется**
 - путем отдачи в атмосферу при повышении температуры
 - при фотосинтезе растениями

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ОКЕАНА

- Составляющие теплового баланса:
 - Прямая и рассеянная солнечная радиация
 - Теплообмен с атмосферой
 - Затраты тепла на испарение
 - Ледовые явления
 - Речные воды
 - Материки
 - Господствующие ветры
 - Течения

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ОКЕАНА

- Температура всей массы океанской воды около 4°C
- Средняя температура поверхностных вод – более 17°C , причем в северном полушарии она на 3°C выше, чем в южном
- Суточные колебания температуры воды не превышают 1°C
- Годовые колебания – не более $5 - 10^{\circ}\text{C}$ в умеренных широтах
- Температура поверхностных вод зональна

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ВЕРТИКАЛИ

- В открытых районах, кроме полярных областей, температура заметно изменяется от поверхности до глубины 300—400 м, затем до 1500 м изменения весьма незначительны, а с 1500 м она почти не изменяется
- На 400—450 м температура 10—12° С, на 1000 м 4—7° С, на 2000 м 2,5—4° С и с глубины 3000 м она около 1—2° С.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ВЕРТИКАЛИ

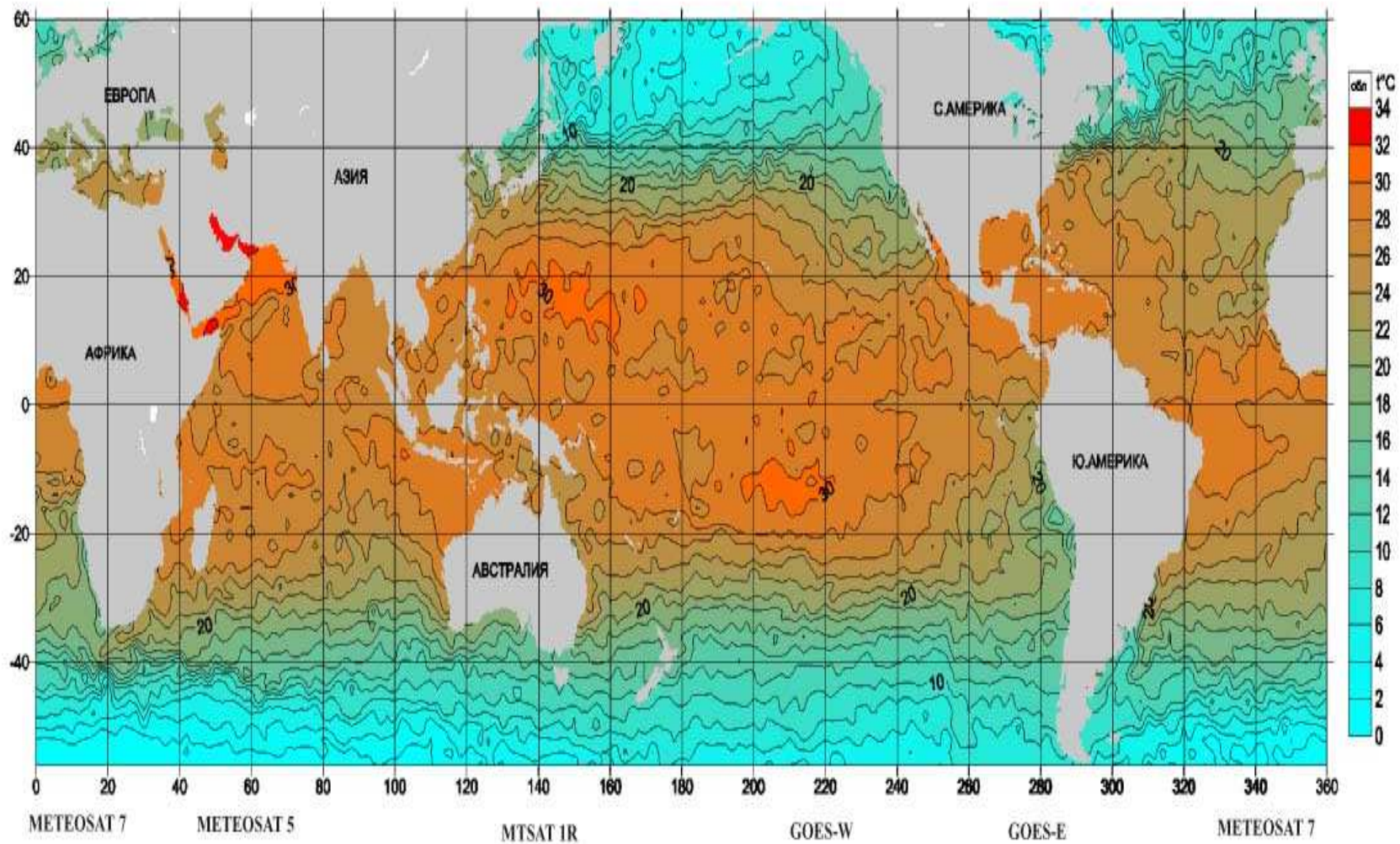
- В полярных областях на поверхности располагается холодный и относительно опресненный слой:
 - в Антарктике вследствие пополнения пресной воды таянием материковых льдов
 - в Арктике в результате выноса речных вод
- Температура этого слоя около 0°C , а в южных широтах даже до $-1,8^{\circ}\text{C}$
- До 200 м температура воды повышается: в южном полушарии до $0,5^{\circ}\text{C}$, в северном до 2°C . Глубже температура падает и на горизонте 800 м достигает 0°C

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ВЕРТИКАЛИ

- Температура воды океанов **у дна**
 - в пределах 45° с. ш. — 45° ю. ш. держится между 0 и $+2^\circ$ С
 - в умеренных широтах снижается до 0° С
 - в полярных отрицательной, достигая -1° С и даже -2° С
- Нижние, глубинные слои Мирового океана получают некоторое количество тепла от внутренней теплоты Земли. Это тепло вызывает повышение температуры воды в застойных участках океанических впадин и желобов на десятые доли градуса.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ВЕРТИКАЛИ

- В открытых частях океанов, особенно на широтах 40—50°, местами 60°, в толще воды выделяются два слоя: теплый поверхностный и мощный холодный, простирающийся до дна. Между ними лежит переходный слой, называемый главным **термоклином**. Это постоянный слой скачка, расположенный между глубинами 300—500 и 700—1500 м, характеризующийся понижением температуры от 12—17 до 4—5° С



КОМПОЗИЦИОННАЯ КАРТА ТЕМПЕРАТУРЫ МИРОВОГО ОКЕАНА

ЗАМЕРЗАНИЕ МОРСКОЙ ВОДЫ

- Замерзание морской воды происходит при отрицательных температурах: при средней солености – около -2°C
- Чем выше соленость, тем ниже температура замерзания
- Льды покрывают около 15 % Мирового океана

ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ЛЬДА

- Мельчайшие кристаллы льда в форме дисков → ледяные иглы (8 – 10 см на спокойной поверхности, 0,5 – 2,0 – на взволнованной) → ледяное сало → нилас
- Из снега – снежура
- Сало + снежура = шуга (рыхлые комки льда)
- У берегов – ледяные забереги → припай

ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ЛЬДА

- Склянка → блинчатый лед → ледяная каша → молодик (толщина 7 – 10 см) → при дальнейшем понижении температуры и отсутствии ветра образуется ровный лед

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЬДОВ

- **По происхождению**
 - Морские - образуются непосредственно в море из морской воды
 - пресноводные, или речные - выносятся в море речными водами
 - Материковые (глетчерные) — это находящиеся на плаву части ледников, спускающихся в море, и обломки этих ледников, или айсберги

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЬДОВ

- **По возрасту**

- начальные формы льда (иглы, сало, снежура и т. д.)
- нилас
- серые льды
- белый лед
- однолетний, двухлетний
- многолетний (паковый)

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЬДОВ

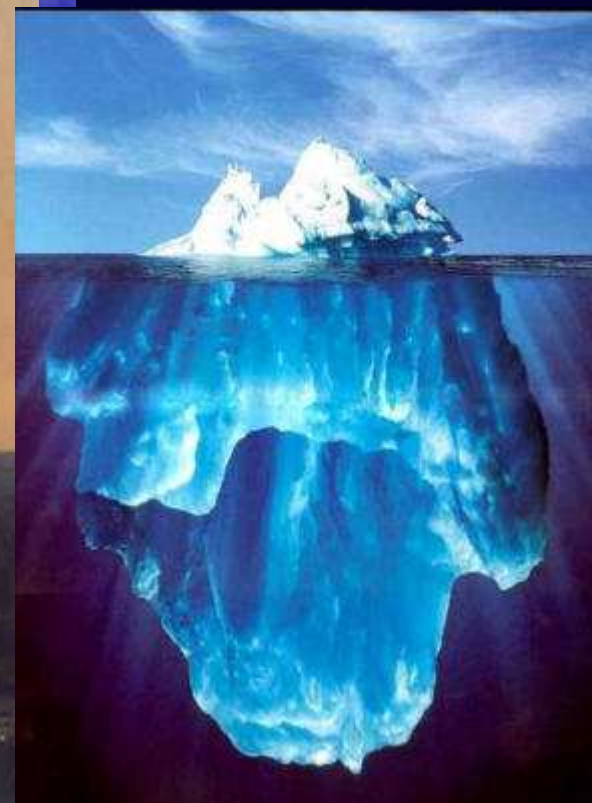
- **По подвижности**

- **Неподвижный лед** — сплошной ледяной покров, закрепленный сушей. Основная форма неподвижного льда — припай, ширина которого может достигать нескольких километров. Кроме припая, к неподвижным льдам относятся стамухи, береговые валы.
- **Дрейфующий**, или плавучий, лед — лед, не связанный с берегом и находящийся в движении под влиянием ветра и течений. Это преобладающая форма льдов, встречающихся в Мировом океане. По размерам плавучие льды делят на обширные, большие и малые ледяные поля, крупнобитый и мелкобитый лед.

АЙСБЕРГИ

- Айсберги — ледяные горы, представляющие собой крупные обломки ледникового языка, дрейфующие в море
- Наибольший айсберг пирамидальной формы был обнаружен на севере Атлантики в районе Ньюфаундленда. Длина его была 585 м, высота 87 м
- Вследствие огромных размеров ледяные горы могут существовать долго (Антарктические айсберги - более 13 лет, относятся к характерным особенностям антарктического ландшафта. Арктические менее долговечны, обычно не более двух лет.
- С возрастом форма айсбергов меняется. По мере разрушения надводной части они постепенно превращаются в колоннообразные ледяные горы, меняются соотношения между высотами выступающей (надводной) и подводной частей ледяных гор.

АЙСБЕРГИ



ЛЕДЯНЫЕ ОСТРОВА

- Обширные обломки шельфового льда длиной до 30 км и более, толщиной несколько десятков метров.
- В Арктике они образуются в районе шельфовых льдов северного района Канадского архипелага.
- Ледяные острова используются для исследования ледового режима и дрейфа льдов Северного Ледовитого океана. Они имеют волнистую поверхность, слабо расчлененную валами и ложбинами.

ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ.

Прозрачность

- Морская вода — полупрозрачная среда, поэтому световой поток, проникая в воду, подвергается ослаблению за счет избирательного поглощения и рассеяния
- Когда солнце находится в зените (угол падения лучей 0°), в воду проникает около 98%, а отражается около 2% всей радиации. Если солнце находится на горизонте солнечные лучи почти полностью отражаются от воды. При высоте солнца до 70° доля отраженной радиации не превышает 2,1%.

ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ.

Прозрачность

- Под относительной прозрачностью понимают глубину, на которой становится невидимым стандартный белый диск диаметром 30 см
- В открытой части Мирового океана прозрачность уменьшается от экватора к полюсам
- Наибольшая прозрачность наблюдалась в Саргассовом море — 66,5 м, в Тихом океане прозрачность достигает 59 м, в Индийском 40—50 м. В Средиземном море прозрачность достигает 60 м, в Черном 25 м, в Балтийском 13 м, в Белом 8 м
- По мере приближения к берегам прозрачность уменьшается в связи с увеличением количества взвесей, вносимых реками, и взмучиванием грунта волнением.

ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ. Цвет моря

- Цвет морской воды, зависит от избирательного поглощения и рассеяния, условий освещенности, состояния поверхности и глубины моря.
- Различают цвет морской воды и цвет поверхности моря.
 - Морская вода, лишенная примесей, в большой толще в результате избирательного поглощения и рассеяния обладает синим и голубым цветом.
 - Цвет поверхности моря меняется в зависимости от погодных условий, освещенности на поверхности моря и других факторов. В глаз наблюдателя, смотрящего на поверхность моря, попадают не только отраженные от нее лучи, но и лучи, выходящие из воды.

РЕКИ

- **Рекой** называется водный поток, протекающий в естественном русле и питающийся за счет поверхностного и подземного стока речного бассейна.
- Река, впадающая в один из таких водоемов, называется **главной рекой**, а реки, впадающие в нее, — ее **притоками**.
- Совокупность всех рек, сбрасывающих свои воды через главную реку в море или озеро, называется **речной системой или речной сетью**.
- Реки, озера, болота, овраги данной территории составляют **гидрографическую сеть** этой территории. Таким образом, речная сеть есть часть гидрографической сети.
- Различают **притоки различных порядков**. Реки, впадающие непосредственно в главную реку, называются притоками первого порядка, притоки этих притоков — притоками второго порядка и т. д.

Исток, верхнее, среднее и нижнее течение, устье

- **Истоком** называется место на земной поверхности, где русло реки приобретает отчетливо выраженные очертания и где в нем наблюдается течение
- **В верхнем течении** - большие уклоны \Rightarrow большие скорости \Rightarrow в этой части течения река энергично размывает свое русло
- **В среднем течении** река проносит транзитом продукты размыва, принесенные сверху
- **В нижнем течении** происходит аккумуляция продуктов размыва
- Место, где река впадает в другую реку, озеро или море, называется **устьем** реки.

Характеристики речной системы

- **Протяженность** - суммарная длина всех рек, составляющих данную систему.
- **Извилистость реки** характеризуется коэффициентом извилистости. Этот коэффициент определяется для отдельных участков реки и представляет собой отношение расстояния по прямой линии между начальным и конечным пунктами участка к длине реки на этом участке.
- **Густота речной сети** характеризуется коэффициентом густоты, представляющим собой отношение суммарной протяженности речной сети на данной площади к величине этой площади, км/км². На севере она обычно больше, чем на юге, в горах больше, чем на равнинах.

Водоразделы

- Линия на земной поверхности, разделяющая сток атмосферных осадков по двум противоположно направленным склонам, называется **водоразделом**.
- Весь земной шар можно разделить на две основные покатости, по которым воды стекают с континентов в Мировой океан: Атлантическую и Тихоокеанско-Индийскую. Водораздел между этими двумя покатостями называется **Мировым водоразделом**. (мыс Горн - Анды и Кордильеры до Берингова пролива - на северо-востоке Евразии вступает в пределы Азии и проходит в нашей стране по Чукотскому хребту, Анадырскому плоскогорью, горным хребтам Гыдан, Джугджур, Становому, Яблоновому - Центральная Азия - пересекает северную часть Аравийского полуострова и вступает в Африку. Здесь он простирается почти в меридиональном направлении, приближаясь в восточной части материка к Индийскому океану).

Водоразделы

- Водоразделы между периферийными областями и областями внутреннего стока называются **внутренними водоразделами**.
- Линии на земной поверхности, разделяющие области суши, сток с которых направлен в различные океаны или моря, называются **водоразделами океанов и морей**.
- Водоразделы, отделяющие части суши, сток с которых направлен в те или иные речные системы, называют речными водоразделами или **водоразделами речных бассейнов**.
- Реки собирают воды не только с поверхности земли, но и из верхних слоев литосферы (подземные воды). В соответствии с этим различают **поверхностные и подземные водоразделы**. Поверхностные и подземные водоразделы не всегда совпадают.

Речной бассейн. Водосбор

- Часть земной поверхности, включающая в себя данную речную систему и отделенная от других речных систем водоразделами, называется **речным бассейном этой системы.**
- Поверхность суши, с которой речная система собирает свои воды, называется водосбором или **водосборной площадью бассейна**

Речная долина и русло реки

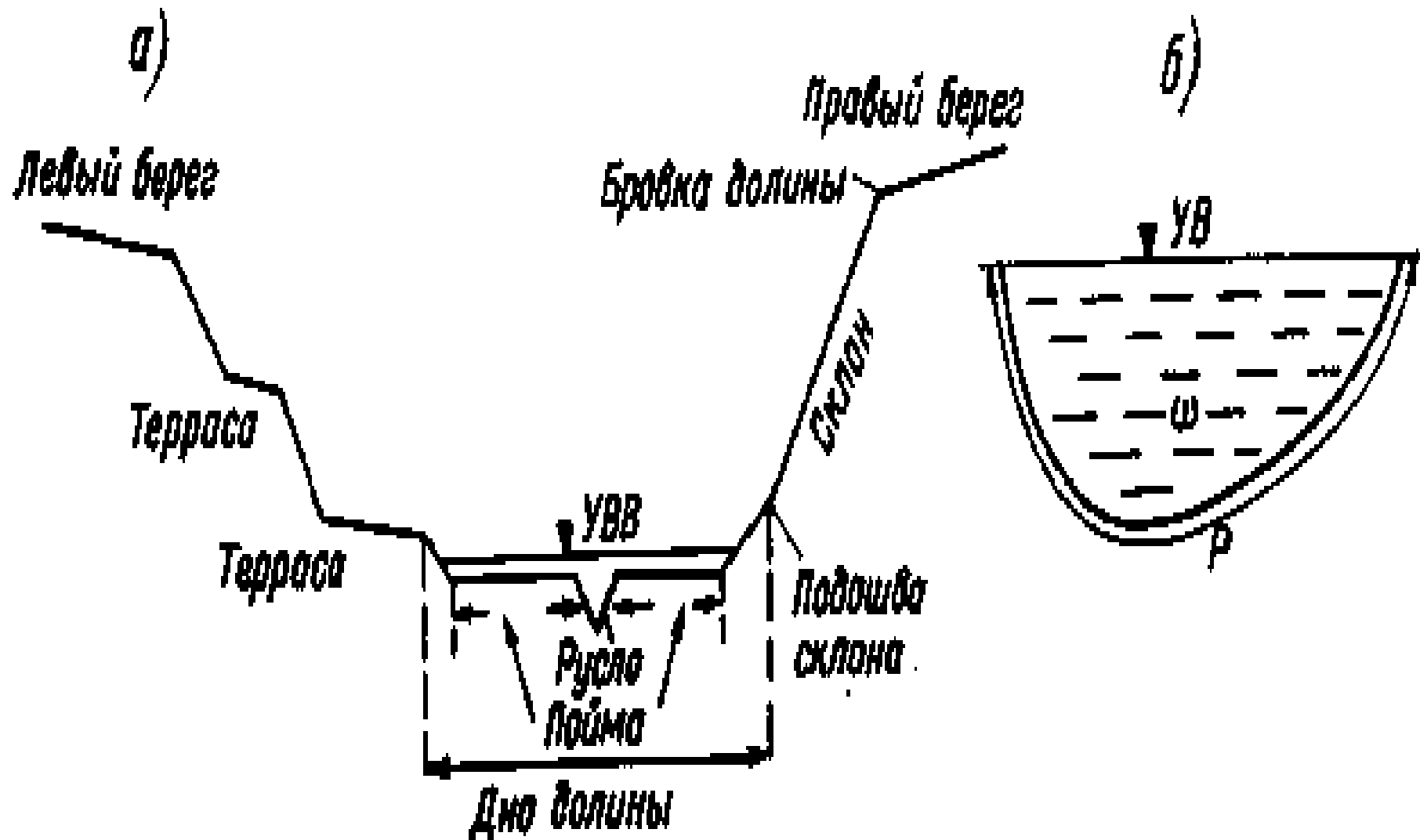
- Узкие вытянутые пониженные формы рельефа, характеризующиеся общим наклоном своего ложа от одного конца к другому и называются **речными долинами**.
- **Элементы речной долины**
 - **Дно, или ложе, долины** — наиболее пониженная ее часть
 - **Тальвег** — непрерывная извилистая линия, соединяющая наиболее глубокие точки дна долины
 - **Русло** - эрозионный врез, образованный водным потоком
 - **Пойма** - часть дна долины, заливаемая высокими речными водами
 - **Склоны долины**

Речная долина и русло реки

■ Элементы речной долины

- **Речные террасы** - располагающиеся уступами на склонах речной долины на некоторой высоте над тальвегом более или менее горизонтальные площадки (пойма представляет собой нижнюю террасу)
- **Бровка** - линия сопряжения склонов долины с поверхностью прилегающей местности

Схематический поперечный профиль речной долины (а) и живое сечение потока (б).



Русло реки

- Сечение русла вертикальной плоскостью, перпендикулярной направлению течения, называется **водным сечением потока**
- Часть площади водного сечения, где наблюдаются скорости течения, называется **площадью живого сечения**
- Та часть площади водного сечения, где течение практически отсутствует, называется **площадью мертвого пространства**

Ступенчатый продольный профиль

- Участки рек с сосредоточенным падением и бурным течением, приуроченные к местам выходов на поверхность трудноразмываемых пород, носят название **порогов**
- Падение воды с отвесного уступа называется **водопадом**

Питание и водный режим рек

- Закономерно повторяющиеся изменения во времени взаимосвязанных характеристик водного потока — расхода и уровня воды, уклона водной поверхности, скоростей течения — определяют водный режим реки

Фазы водного режима

- Половодье
- Паводки
- Межень

Половодье

- Ежегодно повторяющийся в один и тот же сезон продолжительный и высокий подъем уровня и расхода воды, обусловленный поступлением воды от главного источника питания реки, обычно сопровождается затоплением поймы
- Может быть как снегового или снеглоледникового, так и дождевого происхождения.

Паводки

- В отличие от половодья характеризуются непродолжительным и быстрым подъемом воды, вызванным ливневыми дождями в теплый период или оттепелями зимой
- Возникают нерегулярно, хотя в некоторых климатических условиях наблюдаются в определенные сезоны года

Межень

- Период низкой водности, когда река питается преимущественно подземными водами
- Летняя межень наблюдается на реках, где снег сходит весной, а летние дожди не настолько значительны, чтобы вызвать подъем уровня воды
- Зимняя межень свойственна рекам районов с устойчивой отрицательной температурой воздуха зимой

Речной сток

- Речной сток – количество воды, протекающее в речном русле за какой –либо период времени
- Расход воды – объем воды – протекающий через живое сечение потока в единицу времени ($\text{м}^3/\text{с}$)

Речной сток

- Выражает собой объем воды, прошедший через данное живое сечение реки в течение определенного периода (сут., дек., мес., год); этот объем воды называют стоком воды за рассматриваемый период

Формирование стока рек

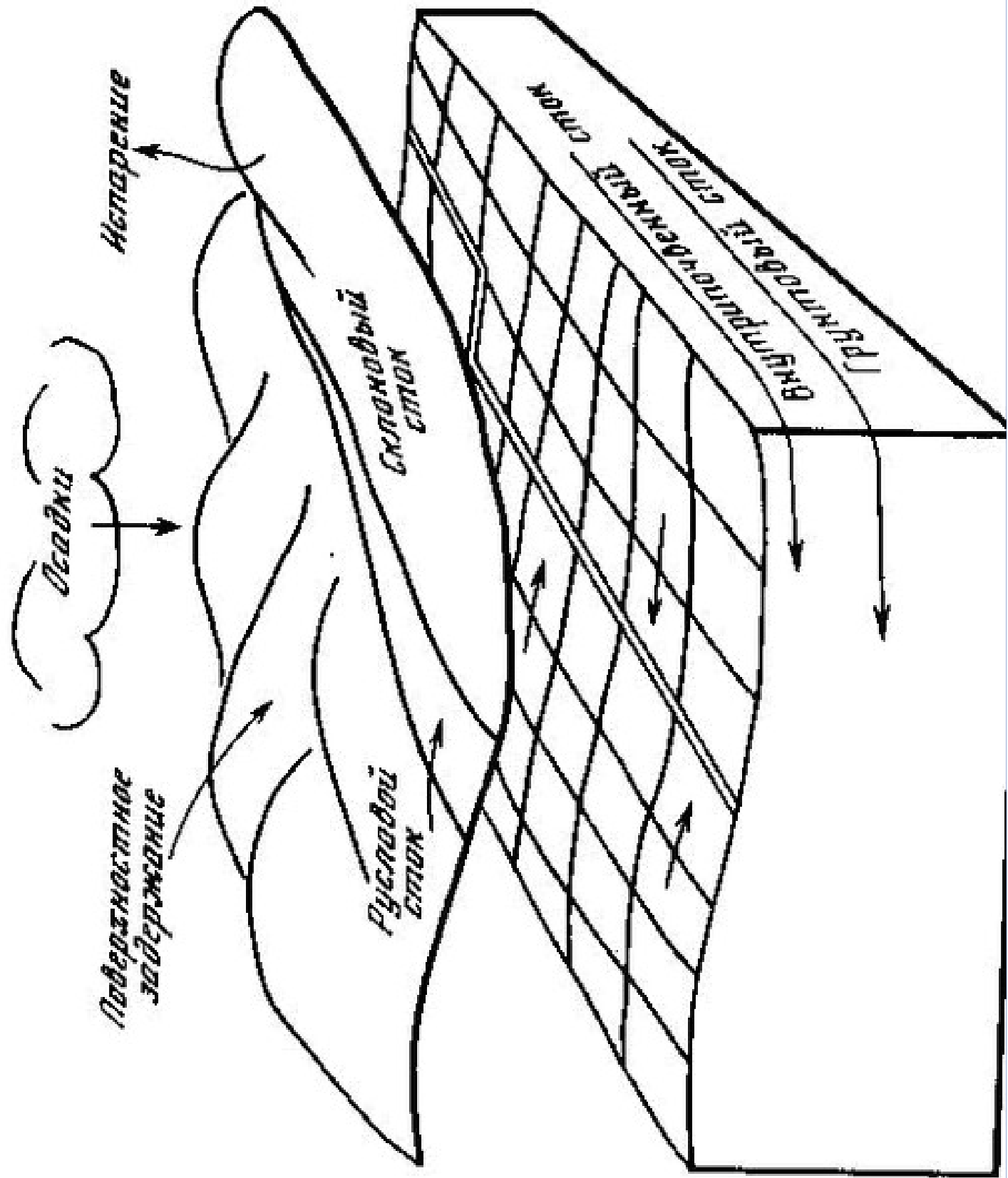
- Уравнения водного баланса для суши

$$E_c = P_c - R,$$

- где E_c — испарение с поверхности суши, P_c — осадки на ее поверхность, R — сток \Rightarrow

- **Важнейший фактор формирования стока - климат**; сток является функцией осадков и испарения, т. е. гидрометеорологических компонентов географического ландшафта, отражающих то соотношение тепла и влаги, которое свойственно данной географической зоне

- Все остальные элементы ландшафта, или факторы подстилающей поверхности, влияют на сток не непосредственно, а через осадки и испарение



Понятие о норме стока

- Норма годового стока - средняя арифметическая его величина, вычисленная за длительный период, включающий не менее двух полных циклов колебаний стока.

Энергия и работа рек

- Вода, стекающая по поверхности земли и переносимая реками, обладает энергией, т. е. способностью производить работу
- Энергия затрачивается
 - на преодоление трения между частицами воды, трения о земную поверхность, о дно и берега русел
 - на перенос наносов во взвешенном и влекомом состоянии
 - на перенос растворенных веществ и истирание твердых частиц
- В результате этой работы происходят процессы эрозии и аккумуляции наносов, что приводит к изменению форм земной поверхности, очертаний и глубин речных русел

Речные наносы

- Твердые частицы, образованные в результате эрозии водосборов и русел, переносимые водотоками и формирующие их ложе, называются речными наносами
- Речные наносы разделяют на взвешенные и влекомые или донные (при изменении скорости течения одна категория наносов быстро переходит в другую - чем больше скорость потока, тем крупнее могут быть взвешенные частицы, при уменьшении скорости более крупные частицы опускаются на дно, становясь влекомыми)

Речные наносы

- Количество взвешенных наносов, проносимых потоком через живое сечение реки в единицу времени (секунду), составляет расход взвешенных наносов (R кг/с)
- Количество взвешенных наносов, проносимое через живое сечение реки за большой промежуток времени (сутки, месяц, сезон, год и т. д.), — сток взвешенных наносов
- Измерение расхода взвешенных наносов основано на определении мутности воды, т. е. весового содержания наносов в единице объема
- Большинство рек РФ имеет среднюю мутность 50 г/м³

Химический состав речных вод

- В зависимости от преобладающего аниона речные воды делят на три класса (О. А. Алекин):
 - Гидрокарбонатные и карбонатные
 - Сульфатные
 - Хлоридные
- В каждом классе по преобладающему катиону выделяются три группы:
 - Кальциевая
 - Магниева
 - Натриевая
- Большинство рек РФ принадлежит к гидрокарбонатному классу, к группе кальциевых вод.

Химический состав речных вод

- По степени минерализации речные воды подразделяют на четыре группы (О. А. Алекин) :
 - малой минерализации (до 200 мг/л)
 - средней (200—500 мг/л)
 - повышенной (500— 1000 мг/л)
 - высокой (более 1000 мг/л)
- Минерализация речных вод РФ в основном малая и средняя

Химический состав речных вод

- Распределение речных вод различной минерализации и ионного состава по территории земного шара определяется

- Климатом
- характером растительности
- типом почв
- рельефом

подчиняется закону
географической
зональности

Термический режим рек

- Тепловой режим реки определяется
 - поглощением тепла прямой солнечной радиации
 - эффективным излучением водной поверхности
 - затратами тепла на испарение
 - его выделением при конденсации
 - теплообменом с атмосферой и ложем русла
- Изменение составляющих теплового баланса реки в течение суток, сезона, года вызывает соответствующие колебания температуры воды в реках.

Термический режим рек

- Изменения температуры в зависимости от глубины
 - не превышают десятых долей градуса, только летом температуры у дна на 2—3° С ниже, чем у поверхности
- Распределение температуры по ширине
 - Температура воды большинства рек в период нагревания в прибрежной части выше, чем на стрежне, в период охлаждения — ниже.

Термический режим рек

- В соответствии с естественным тепловым режимом рек их можно разделить на 3 типа:
 - реки очень теплые, без сезонных колебаний температуры
 - реки теплые, с заметным сезонным колебанием температуры, не замерзающие зимой
 - реки с большими сезонными колебаниями температуры, замерзающие зимой
- Наиболее сложный режим у рек умеренных широт

Ледовый режим рек

- Почти на всех замерзающих реках вдоль берегов происходит образование заберегов
- Одновременно с появлением заберегов при свободной поверхности воды, охлаждаемой за счет потерь тепла в атмосферу, образуется внутриводный лед — скопление ледяных кристаллов в толще воды в виде губчатой непрозрачной массы
- Скопление и рост подобных кристаллов на дне реки и на подводных предметах дают начало образованию донного льда

Ледовый режим рек

- Шугой называется всплывший на поверхность внутриводный лед в виде комьев и подледных скоплений, в массе которого часто содержится снежура, сало и мелкобитый лед
- На шугоносных реках нередко образуются **зажоры** — закупорка живого сечения реки в период осеннего ледохода или в начале ледостава массой внутриводного и битого кристаллического льда. Выше зажора уровень воды резко повышается, взламывая ледяной покров, и вызывает затопление прилегающих участков долины. Для борьбы с зажорными явлениями прибегают к взрывным и ледокольным работам.

Ледовый режим рек

- На некоторых реках образуется осенний ледоход, в сужениях русла и на крутых поворотах могут наблюдаться заторы ⇒ подъемы уровня (относительно невелики вследствие малой водности реки в этот период)
- Образование внутриводного льда прекращается с момента установления на реке ледостава
- Ледяной покров на реках Восточной Сибири достигает толщины 1,5—2,0 м и более, в южных районах не превышает 20—40 см
- Продолжительность ледостава - Лена в среднем покрыта льдом 270 дней в году, Эльба у Гамбурга — 39 дней
- Иногда сохраняются участки открытой воды — полыньи (большие скорости течения воды (более 0,6—0,7 м/с), выходы грунтовых вод, сбросы промышленных стоков, если реки вытекают из озера - приток более теплых вод озера)

Лекция № 7

Гидрология озер и водохранилищ

ОЗЕРО

- Озёра - котловины или впадины земной поверхности, заполненные водой и не имеющие прямого соединения с морем.
- Иногда, в отличие от текущих вод (рек), озера определяют как водоемы с замедленным стоком или с замедленным водообменом
- Искусственно созданное озеро называется водохранилищем. Если водохранилище имеет небольшие размеры, его называют прудом. Иногда прудами называют мелководные естественные озера, на площади которых распространена водная растительность

Типы озер по характеру КОТЛОВИН

- Плотинные, или запрудные
- Котловинные
- Смешанные

ВОСЕМЬ ГЛАВНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ ОЗЕР

■ 1. тектонические озера

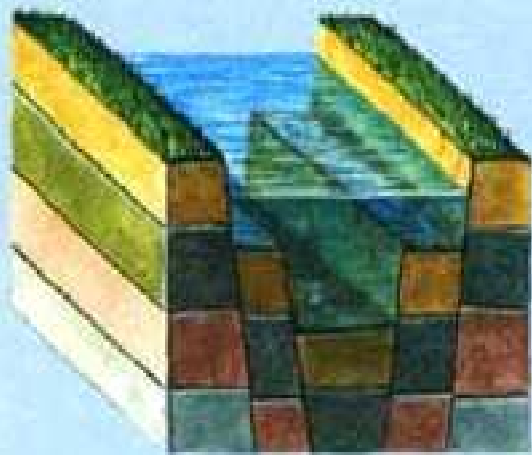
- располагающиеся в трещинах, сбросах, грабенах и отличающиеся значительной глубиной и размерами (Каспийское, Ладожское, Онежское, Байкал, Иссык-Куль, Севан, озера африканского грабена (Виктория, Ньяса, Танганьика и др.), американские Великие озера (Эри, Онтарио, Гурон, Мичиган, Верхнее))

■ 2. вулканические озера

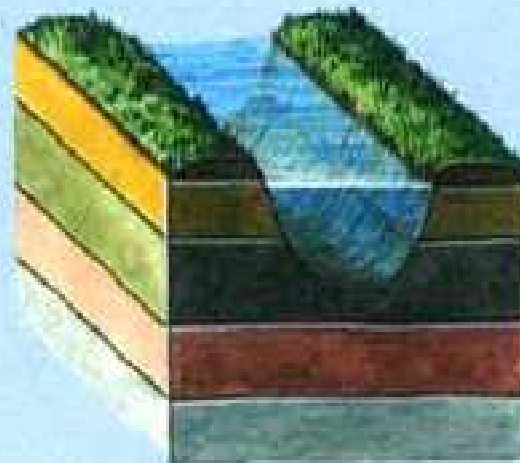
- занимающие кратеры потухших вулканов или располагающиеся среди лавовых полей (распространены в районах современной или древней вулканической деятельности (Исландия, Италия, Япония, Камчатка, Закавказье и др.))

Котловинные озера

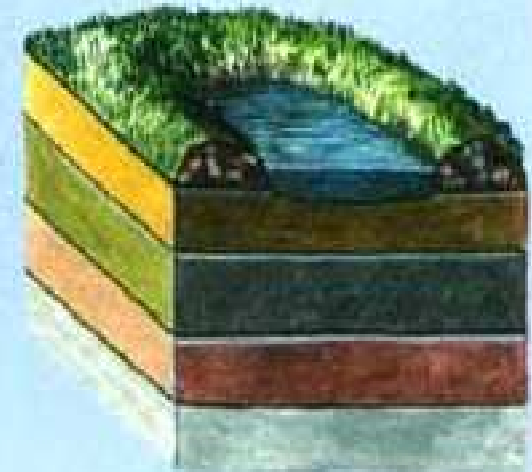
ТИПЫ ОЗЕРНЫХ КОТЛОВИН



Озеро в грабене

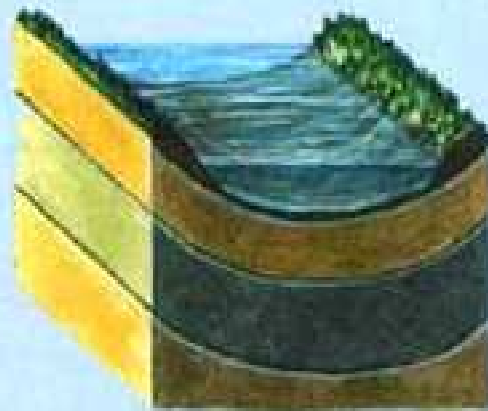


Озеро в борозде, выпаханной ледником



Озеро в понижении между моренными холмами

Озеро в прогибе земной коры



Озеро в кратере вулкана

ВОСЕМЬ ГЛАВНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ ОЗЕР

- **3. ледниковые эрозионные озера**
 - возникшие в выпаханных ледниками котловинах на крупных кристаллических массивах (Кольский п-ов, Карелия, Скандинавия, Альпы, Кавказ)
- **ледниковые аккумулятивные озера**
 - расположенные среди моренных, отложений областей древнего оледенения (Прибалтика, Канада, север США и др.);

ВОСЕМЬ ГЛАВНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ ОЗЕР

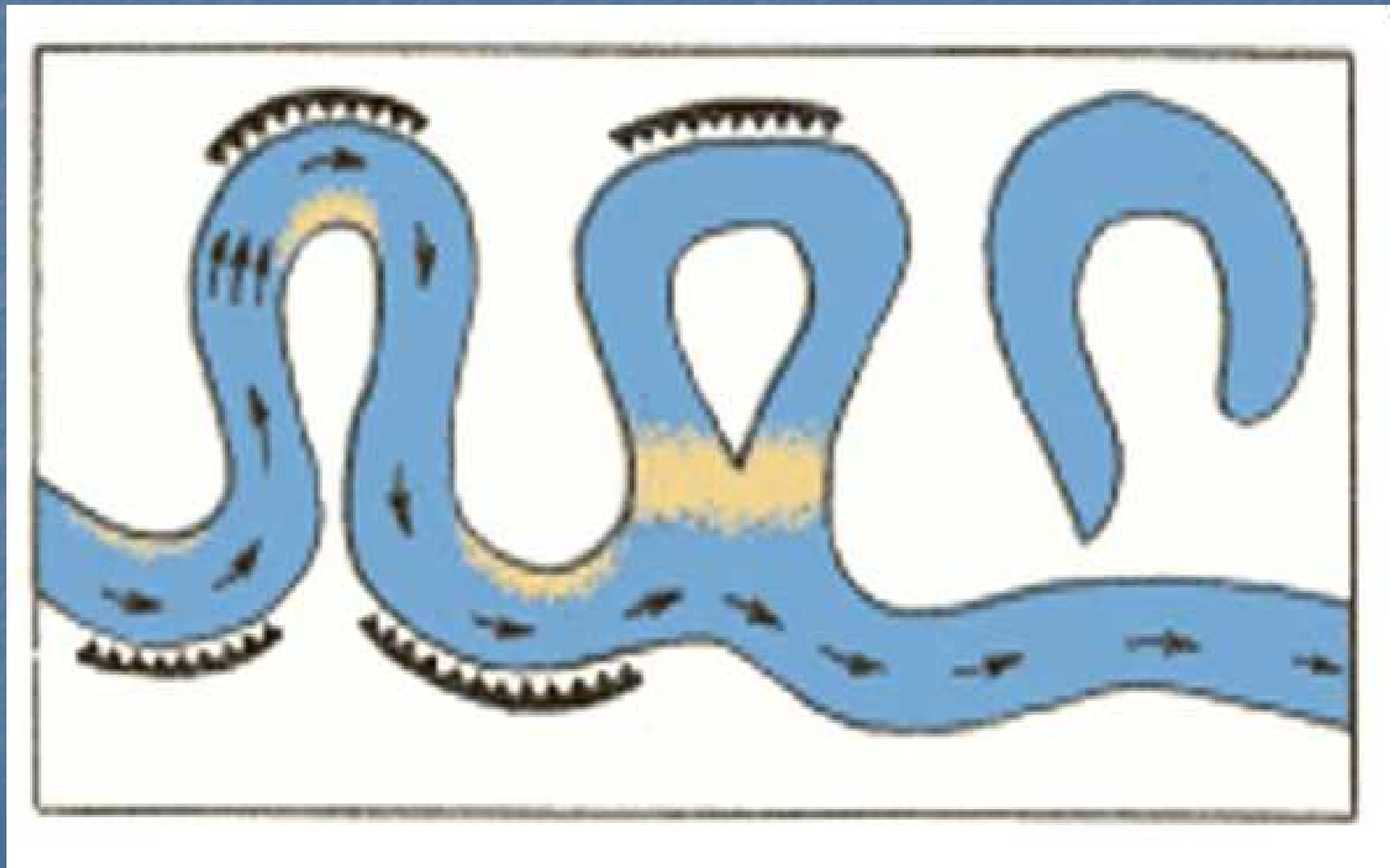
■ 4. гидрогенные озера

- связанные с эрозионной и аккумулятивной деятельностью речных и морских вод. К ним относятся старицы, плесы пересыхающих рек, озера речных дельт, озера морских побережий: лагуны — отчлененные от моря наносами заливы, лиманы — устьевые участки рек, отделенные от моря косами

■ 5. провальные озера

- (карстовые, суффозионные, термокарстовые), возникающие под действием подземных вод или при таянии льда в грунте. Карстовые озера образуются в районах залегания известняков, доломитов, гипсов (Урал, Крым, Кавказ). Суффозионные озера возникают в районах, где подземные воды вымывают и выносят некоторые цементирующие соли и мельчайшие частицы, вызывая просадки (типичны для юга Западной Сибири). Термокарстовые озера образуются в районах многолетней мерзлоты на участках протаивания ее и связанного с ним проседания грунта (Сибирь, Забайкалье, зона тундры);

СТАРИЦЫ



ВОСЕМЬ ГЛАВНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ ОЗЕР

■ 6. золовые озера

- водоемы, отгороженные песчаными дюнами или образованные в котловинах выдувания, созданных ветром (Казахстан);

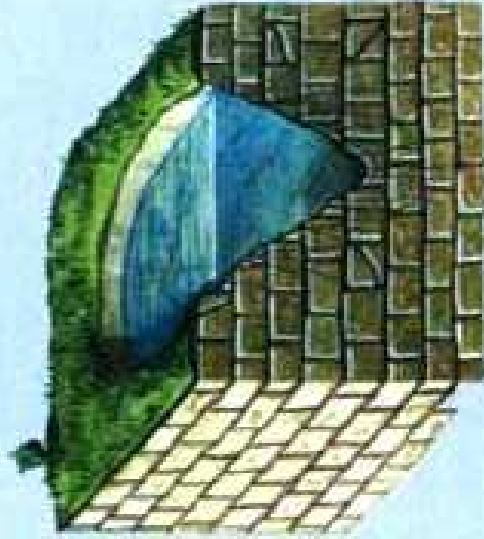
■ 7. запрудные (подпрудные) озера

- возникающие обычно в горных системах в результате преграждения речных долин обвалами или оползнями (Сарезское озеро на Памире в долине р. Мургаб)

■ 8. органогенные озера

- образующиеся дамбами из растений внутри болот или среди коралловых построек (аттолов).

Образование запрудного, или плотинного, озера



Озеро в карстовой воронке

до землетрясения

после землетрясения



Озеро-старица



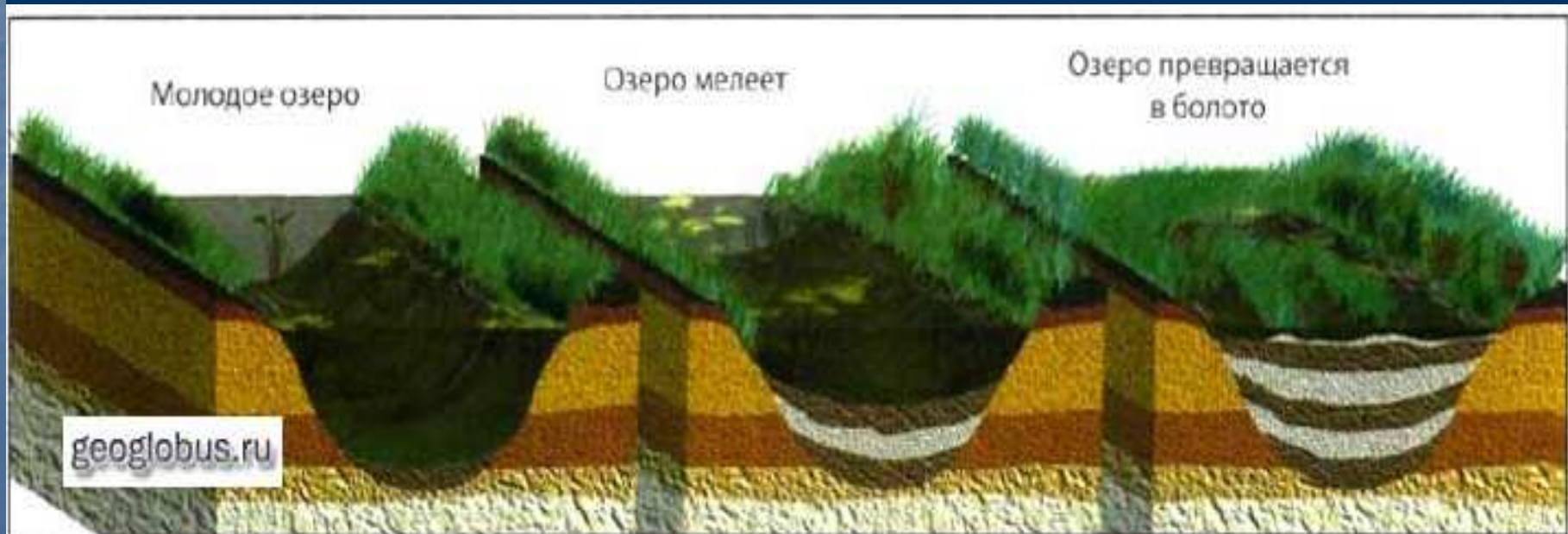
Озеро-лагуна

КОРАЛЛОВЫЕ АТОЛЛЫ



Жизнь озера имеет начало и конец

- Наносы рек + остатки отмерших растений и животных = озеро мелеет и превращается в болото
- В небольших озерах осадки накапливаются тысячи лет, в глубоких – миллионы лет



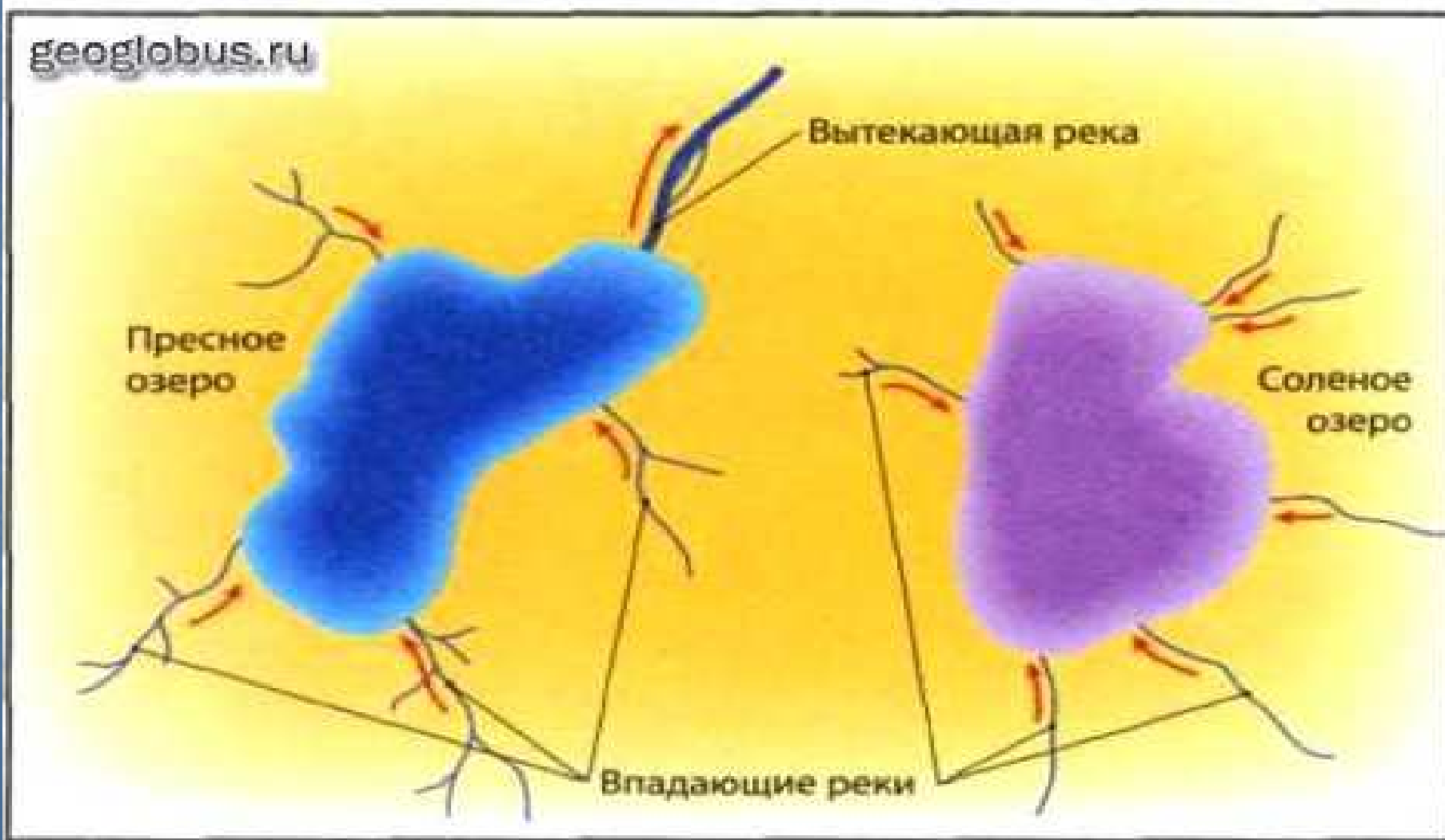
Морфометрические характеристики озер

- Площадь поверхности (зеркала) озера F (км²) — площадь водной поверхности без островов
- Длина озера L (км) - кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными друг от друга точками береговой линии водоема, измеренное по его поверхности
- Ширина озера B (км)
 - средняя ширина $B_{ср} = F/L$
 - максимальная ширина B_{max} — наибольшее расстояние между берегами по перпендикуляру к длине водоема
- Длина береговой линии L (км) измеряется по урезу воды (нулевой изобате)
- Изрезанность береговой линии определяется как отношение длины береговой линии озера к длине окружности круга, имеющего площадь, равную площади озера

Водный баланс озер

- **Приход воды**
 - поверхностный и подземный приток
 - выпадение атмосферных осадков на поверхность
 - конденсации водяного пара на его поверхности
 - Для небольших озер - скопления снега, переносимого ветром, в зарослях тростника, растущего по берегам
- **Расход воды**
 - испарение с поверхности озера
 - поверхностный и подземный сток из него
- Разность между приходом воды в озеро и расходом воды из него должна равняться увеличению или уменьшению запаса воды в озере.

В проточные озера с пресной водой не только не впадают реки, но и вытекают из него. Из соленых озер реки не вытекают



Динамические явления в озерах - постоянные и временные

- **Постоянные**
- Течения, вызванные впадающей в озеро или вытекающей из него рекой (сточные течения)
 - Интенсивность таких течений определяется соотношением объема озера и расхода втекающей или вытекающей реки

Динамические явления в озерах - постоянные и временные

- **Временные**

- **Течения**

- возникают под действием ветра - ветровые (дрейфовые) течения оказывают особенно значительное влияние на характер физических процессов в озерах с большой площадью, плоской формой озерного ложа и малыми глубинами
- вследствие неравномерного нагревания и охлаждения воды озера – возникают вертикальные (конвекционные) токи, оказывающие влияние и на горизонтальные перемещения водных масс

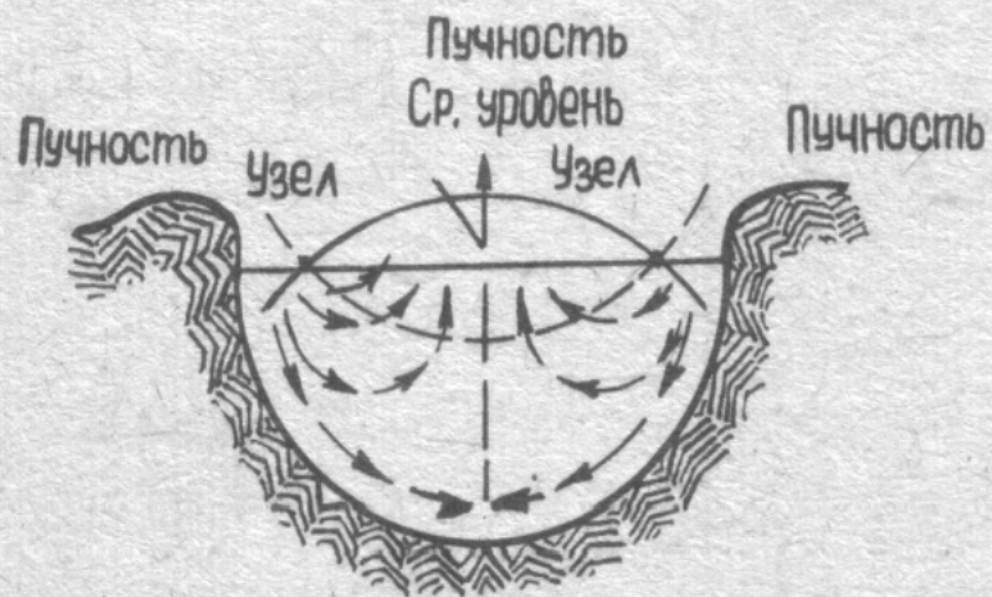
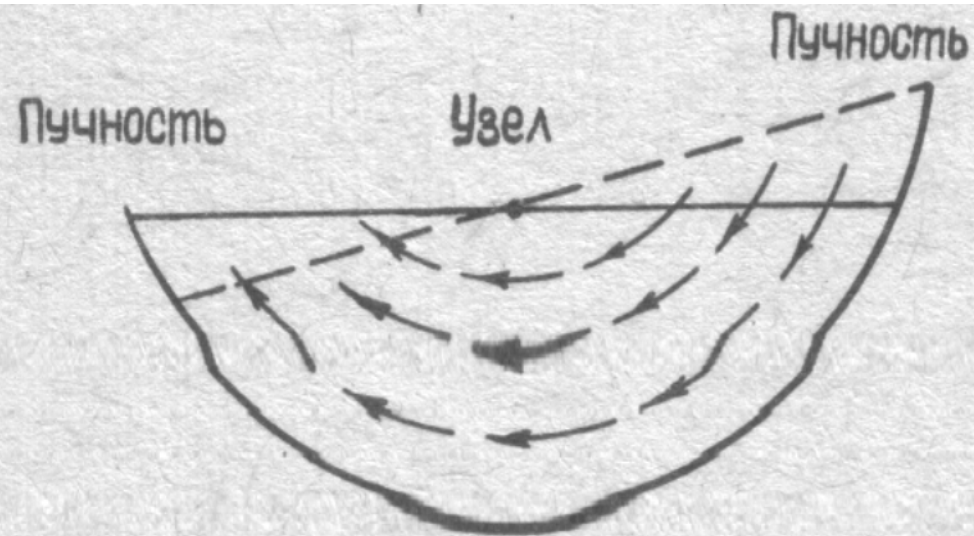
Динамические явления в озерах - постоянные и временные

- **Ветровые волны в озерах отличаются от океанских размерами и формой**
 - Максимальная высота волн на больших озерах не превышает 4 – 5 м, на малых – 0,5 м
 - Озерные волны круче морских, т.к. меньше по длине;
 - Обычно гребни волн не образуют правильной линии фронта, как в океане, а располагаются как бы в шахматном порядке
 - Волны в озерах сравнительно быстро развиваются и гаснут после прекращения ветра
 - На озерах больше, чем на морях сказывается влияние таких факторов, как размер водоема, глубина и рельеф дна

Динамические явления в озерах - постоянные и временные

- **Сейши** - колебания всей массы воды, причем по поверхности ее не распространяется никакой волны
- **Причины возникновения** - резкие изменения атмосферного давления и ветер, вызывающий сгонно-нагонный переко́с (денивиляцию) уровня. После прекращения действия силы, вызвавшей денивиляцию, вся водная масса, стремясь возвратиться в состояние равновесия, приходит в колебательное движение, причем поверхность водоема приобретает уклон то в одну, то в другую сторону
- Неподвижная ось, около которой колеблется зеркало озера, называется узлом

Сейши



Сейши

Термический режим озер

- Обусловлен приходом и расходом тепла во времени и распределением его в водной массе и котловине
- Тепловой баланс озера
- $R \pm LE \pm P + Q_{\text{пр}} - Q_{\text{ст}} \pm Q_{\text{л}} \pm \Delta Q_{\text{в}} \pm \Delta Q_{\text{г}} = 0$
- R — радиационный баланс
- LE — потери тепла на испарение или приход его при конденсации водяных паров на поверхность водоема
- P — потери или приход тепла в результате турбулентного теплообмена поверхности воды с атмосферой
- $Q_{\text{пр}}, Q_{\text{ст}}$ — тепло, приносимое притоком речных вод в водоем и теряемое со стоком из водоема
- $Q_{\text{л}}$ — тепло, затрачиваемое на таяние льда или выделяемое при льдообразовании
- $\Delta Q_{\text{в}}, \Delta Q_{\text{г}}$ — изменения количества тепла за расчетный период в водной массе и донных отложениях.

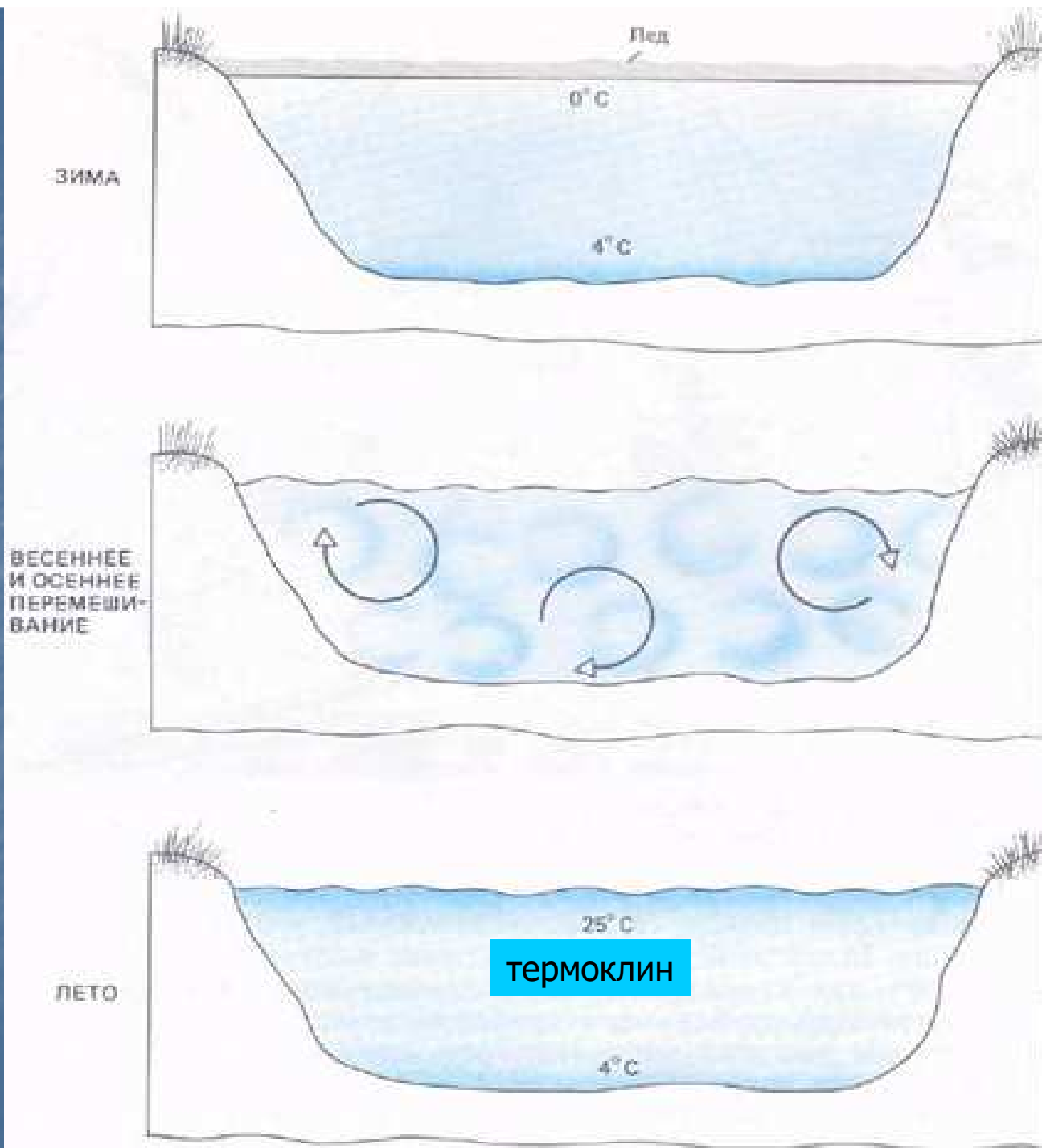
Характеристика процесса нагревания и охлаждения воды в озерах

- $T = 0 \div 4^{\circ}\text{C}$
- $T \nearrow$ с глубиной - обратная термическая стратификация
- T по всей толще воды озера - 4°C - явление постоянства температуры по глубине – гомотермия
- $T > 4^{\circ}\text{C}$ – $T \searrow$ с глубиной - прямая термическая стратификация

СЛОЙ ТЕМПЕРАТУРНОГО СКАЧКА

- После того как установится прямая температурная стратификация, в течение дня верхние слои воды будут нагреваться, а ночью, когда нагревание солнцем прекращается, охлаждаться ⇒ выравнивание температуры поверхностном слое воды ⇒ на нижней границе этого слоя температура резко изменяется, образуя **слой температурного скачка (металимнион)**
- Слоем скачка вся толща озерной воды разделяется на два слоя: верхний (**эпилимнион**) с малыми градиентами температуры из-за интенсивного перемешивания и нижний (**гиполимнион**) также с малыми градиентами, но, наоборот, обусловленными слабым перемешиванием.

Нагревание озера



Изменение температуры воды в озерах в течение года

- В годовом цикле изменения температуры воды можно выделить следующие периоды:
 - 1) весеннего нагревания
 - 2) летнего нагревания
 - 3) осеннего охлаждения
 - 4) зимнего охлаждения

Термические типы озер

- 1) теплые с постоянной прямой стратификацией
- 2) холодные с постоянной обратной стратификацией
- 3) смешанные с переменной стратификацией по временам года

Ледовые явления. Замерзание

- Замерзание озера может начаться только после того, как температура всей массы воды понизится до 4°C , а верхних слоев — до 0°C
- Вначале лед образуется у берегов, на отмелях, в заливах, а затем ледяной покров распространяется и на более глубокие места
- Увеличение толщины ледяного покрова сначала происходит довольно быстро, а затем постепенно замедляется и, наконец, совсем прекращается

Ледовые явления. Таяние

- С установлением положительного теплового баланса происходит таяние и разрушение льда, а затем вскрытие озера
- В проточных озерах лед может увлекаться рекой, вытекающей из озера (лед из Ладожского озера проходит по р. Неве и создает второй более поздний по времени «ладожский ледоход»)

Влияние озер на климат побережий

- Это влияние определяется
 - размером водной поверхности озера
 - объемом его водной массы
- Испарение с водной поверхности влияет на влажность воздуха приозерного района
- Обладая большой тепловой инерцией, крупные, незамерзающие водоемы смягчают климат прибрежных районов

Химический состав озерной воды

- Определяется
 - составом воды притоков
 - Составом питающих озеро подземных вод
 - связан с биологическими процессами, происходящими в озере
 - с комплексом физико-географических условий, характеризующих бассейн водосбора озера
 - наличие или отсутствие стока из озера

Химический состав озерной воды

- Минерализация озерных вод
 - от нескольких тысячных до 350 г на 1 кг раствора
 - Минерализация воды озер, имеющих сток, обычно не $> 200—300$ мг/л (Минерализация таких озер, как Байкал, Ладожское, Онежское, не превышает $30—100$ мг/л)
 - Особенно бедны растворенными солями воды горных озер, а также воды озер, находящиеся среди верховых сфагновых болот и питающихся почти исключительно атмосферными осадками
 - Наиболее богаты солями озера засушливых и полупустынных областей

Химический состав озерной воды

- 3 основных типа минеральных озер:
 - карбонатные (содовые)
 - сульфатные (горько-соленые)
 - хлоридные (соленые)
- При изменении природных условий один тип может переходить в другой
- По происхождению солевой массы
 - морские, образовавшиеся на месте отделившихся от моря заливов и лиманов
 - континентальные, солевая масса которых возникла за счет атмосферных осадков и стока вод суши

Озерные отложения

- формируются в результате:
 - поступления в озеро речных и эоловых наносов и продуктов абразии (разрушения берегов (терригенные разрушения);
 - накопления продуктов химических реакций (хемогенные отложения);
 - отложения остатков отмирающих живых организмов (биогенные отложения);
- Биогенные отложения подразделяются на:
 - 1) минеральные остатки отмерших организмов и 2) органические вещества.
- Особо важная форма озерных отложений - **сапропели** (гниющий ил) - уплотнившиеся осадки преимущественно органического происхождения.
- Место образования сапропелей - тихие и достаточно глубокие водоемы с застойной или малопроточной водой

Основные особенности гидрологического режима водохранилищ

- Водоохранилища в долинах рек - **русловые (речные)** водохранилища (в условиях широких долин русловые водохранилища приобретают ясно выраженные черты искусственных озер)
- В систему емкостей, регулирующих сток рек, включают естественные озера, в которых накапливают дополнительные запасы воды путем возведения плотин в истоке реки, вытекающей из озера - **озерные** водохранилища

Основные особенности гидрологического режима водохранилищ

■ Режим уровней

- Быстрое наполнение и сработка водохранилищ создают резкие колебания уровней (на водохранилищах малой (по отношению к притоку) емкости уровни могут изменяться в течение суток и даже нескольких часов)

■ Условия водообмена

- Относительно большая проточность → высокие скорости постоянных течений (Даже в таком крупнейшем водохранилище, как Рыбинское, замена воды в пределах сливной призмы в среднем осуществляется примерно дважды в течение весны. Полная смена воды в пределах этого водохранилища в среднем осуществляется в течение годового периода)
- Быстрая смена водных масс → большее выравнивание температуры в водохранилищах, чем в озерах → меньший нагрев поверхностных слоев воды, чем на озерах той же площади, расположенных в однородных климатических условиях

Основные особенности гидрологического режима водохранилищ

■ **Формирование берегов**

- Естественные озера в условиях равнинного рельефа имеют такие берега, на которых уже не происходят интенсивные процессы размыва, имеющиеся движения твердых частиц, образующих берег, обычно приводят к их перемещению в береговой зоне без существенного сноса в глубинную область
- После создания водохранилищ ветровые волны (до 3 м) начинают интенсивно размывать склоны речной долины, которые до этого не соприкасались с водой и имели профиль, сформированный в условиях отсутствия постоянного воздействия воды → стремительное преобразование склонов

Формирование берегов водохранилищ

- Могут происходить обрушения берегов (даже в течение одного летнего сезона) на расстоянии нескольких десятков метров от первоначального положения. При этом высота откосов может достигать 40—60 м и более. Общая зона разрушения береговой области до момента образования более или менее устойчивых береговых очертаний может достигать нескольких (двух-трех) километров.

БОЛОТА

- Болото — участок земной поверхности, характеризующийся обильным застойным или слабо проточным увлажнением верхних горизонтов почво-грунтов, на которой произрастает специфическая болотная растительность, приспособленная к условиям обильного увлажнения и недостатка кислорода в почве.



Заболоченные земли

- Если мощность отложившегося торфа такова, что корни основной массы растений достигают подстилающего минерального грунта, то в этом случае избыточно увлажненные участки суши относятся к заболоченным землям или к болотам в начальной стадии их развития.

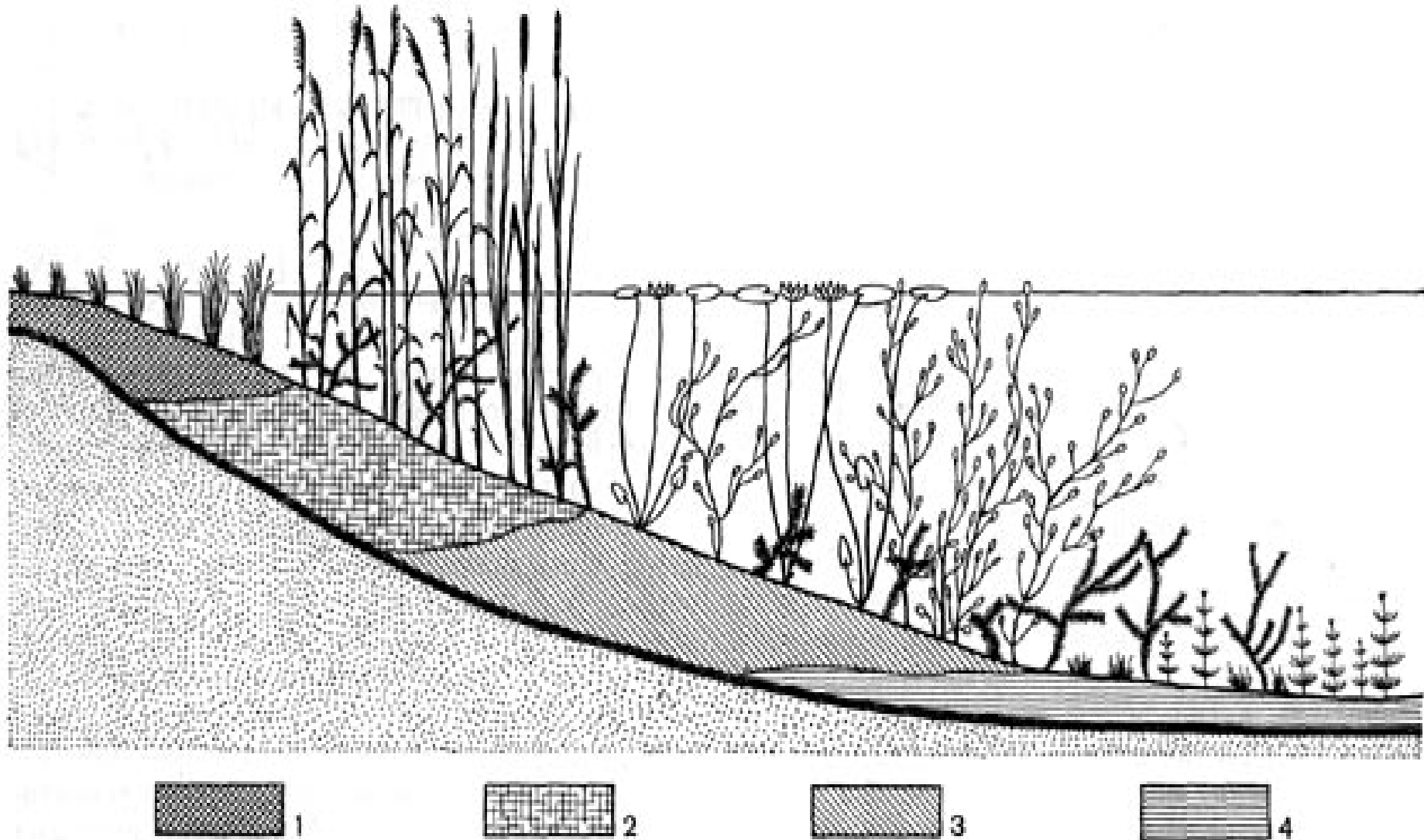
Образование болот и их типы

- Болота могут возникать
 - путем зарастания водоемов
 - вследствие заболачивания водораздельных пространств

Образование низинных болот

- Непрерывный процесс выноса в озеро минеральных и органических частиц грунта, смытых с водосборной площади озера + отложение отмирающих растений ⇒ постепенное обмеление озера ⇒ вместо высоких камышей и тростников, развиваются мелководные растения (хвощи, осоки, ...), их отложения хотя и поднимаются над поверхностью воды в озере, но затопляются весенними и летними высокими водами, отлагающими принесенные или взмученные частицы ила
- Т. О., на месте водоема образуется болото, более низкое по положению, называемое поэтому в классификации **низинным**, по растительности его называют **травяным**.

1 –осоковый торф, 2- тростниковый торф, 3- каштановый торф, 4- сапропелевый торф, 5- сапропелит



Низинное болото



Образование переходных болот

- Продолжаются отложения отмирающих трав ⇒ поднимается поверхность торфяных массивов ⇒ перестанет затопляться весенней водой ⇒ минеральных частиц на нее оседает меньше, поэтому осоки, нуждающиеся для своего роста в минеральных солях, начинают замещаться кустарниковой и древесной растительностью
- Болото из стадии травяного переходит по положению в **переходное**, по растительности в **лесное**

Лесное болото



Образование верховых болот

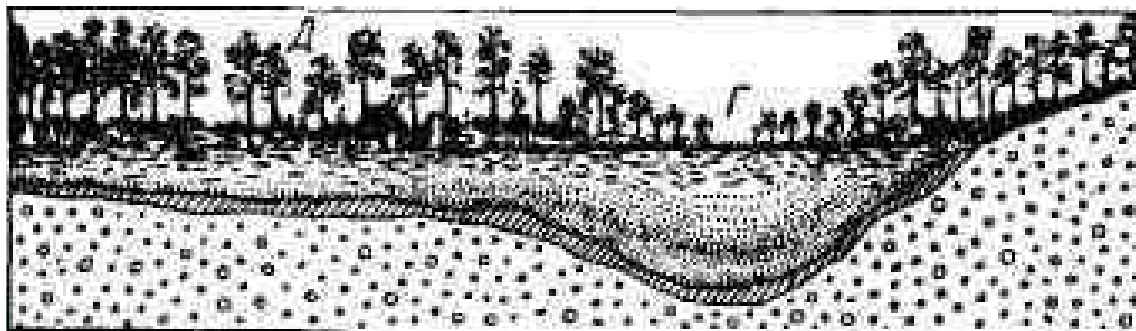
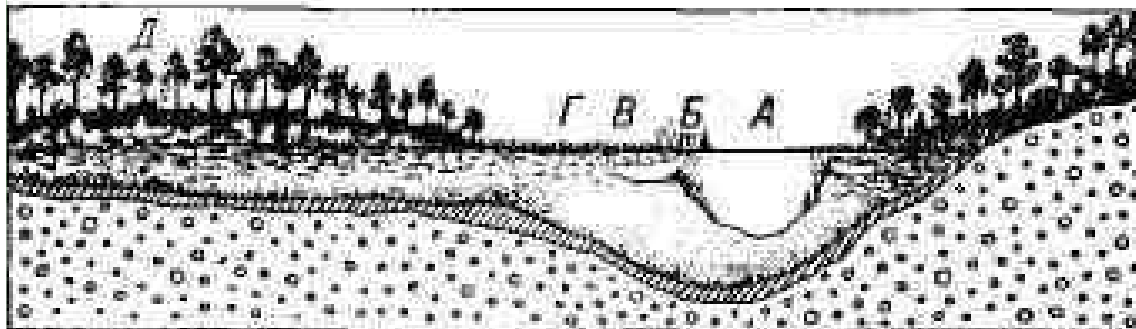
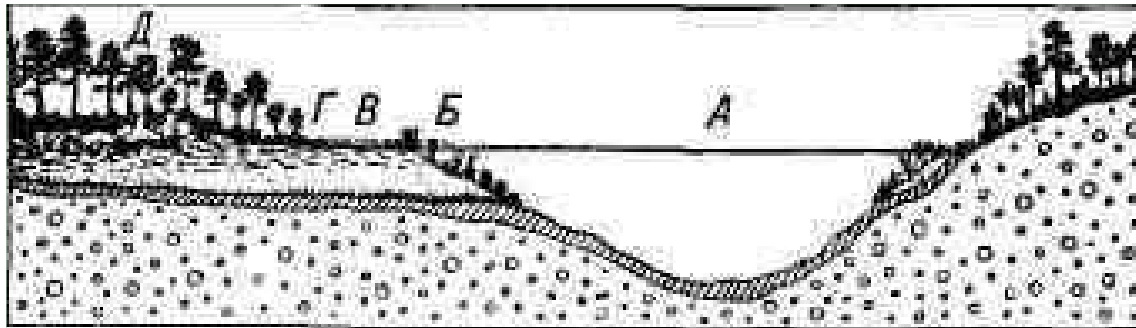
- Продолжается процесс накопления органических веществ при отсутствии увеличения минеральных солей ⇒ смена растительного покрова (исчезают осоки и разнотравья, свойственное переходным болотам, взамен этого развиваются сфагновые мхи) ⇒ поверхность болота благодаря быстрому нарастанию сфагнума поднимается все выше и выше и принимает по отношению к периферии выпуклую форму
- Болото переходит в стадию **верхового** по положению поверхности, в стадию **сфагнутого** по характеру основной растительности

Верховое болото



Образование болот

А - озеро,
В, Г – осоковое
низинное болото;
Д - сосновый лес
на сфагновом
болоте



Сфагновый торф



Сапрпель



Осоковый торф



Минеральный грунт



Сапрпелевый торф

Сфагновый бугор



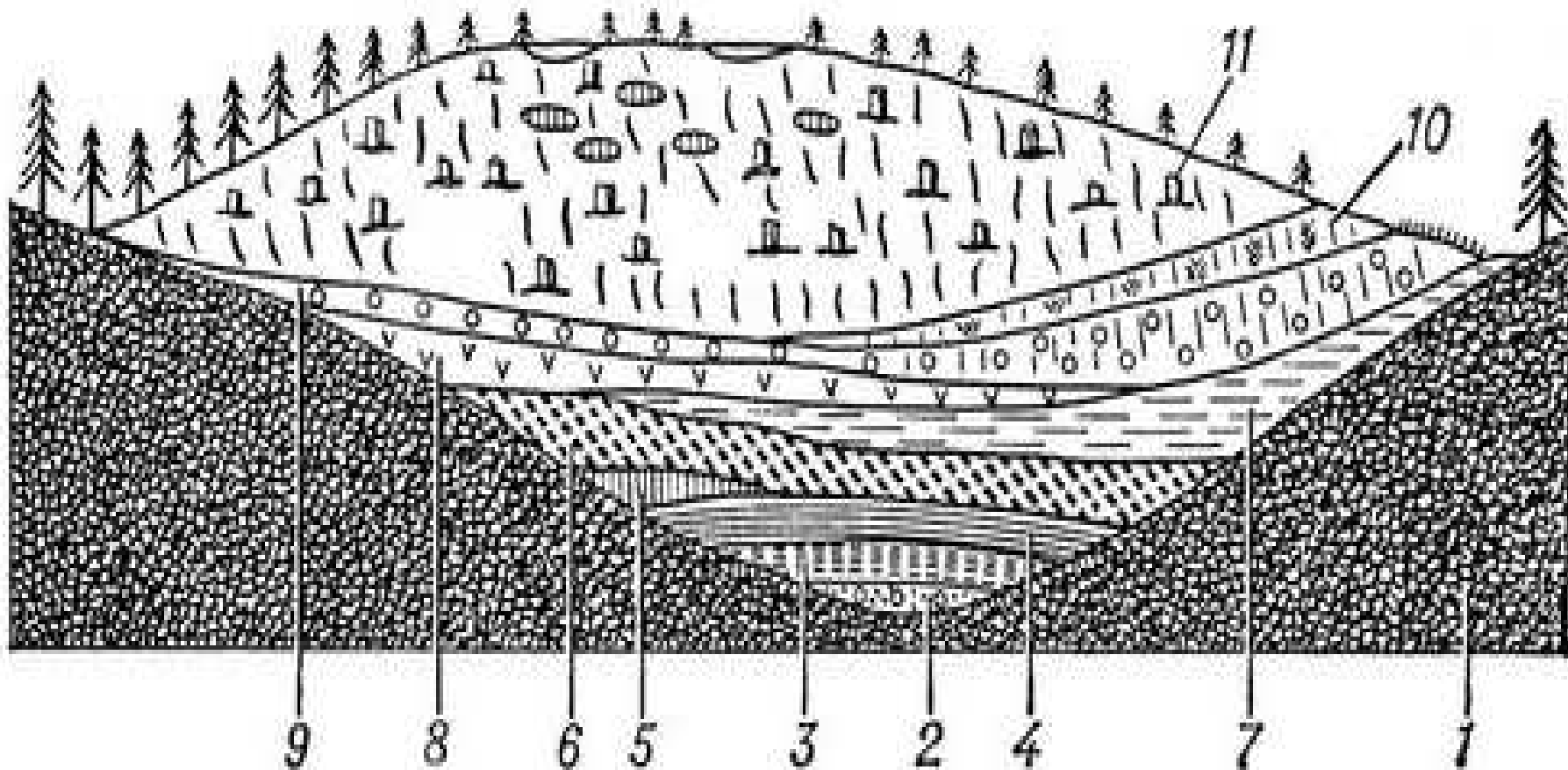
Мох сфагнум



Мох сфагнум



1 – минеральное дно, 2- пресноводный мергель, 3- сапропели, 4 - тростниковый торф, 5 - хвощовый торф, 6 – осоковый торф, 7- лесной торф, 8- гипновый торф, 9 – шейхцериено-сфагновый, 10 – пушицево-сфагновый, 11- сфагновый торф с пнями сосны



Образование болот непосредственно на минеральном грунте

- 1. Равнинный рельеф + наличие на поверхности или близ нее водонепроницаемого слоя (обычно глины) ⇒ избыток влаги в верхнем горизонте грунта ⇒ под покровом елового и соснового леса появляются зеленые мхи ⇒ зеленые мхи постепенно вытесняются сфагнумом, который, облекая стволы деревьев и будучи насыщен водой, прекращает доступ воздуха к их корням ⇒ лесная растительность гибнет ⇒ на месте леса оказывается сфагновое болото
- 2. На месте вырубленного леса ⇒ лесосека покрывается злаками, образующими плотную дернину, которая препятствует возобновлению древесной растительности и способствует застаиванию влаги ⇒ развивается влаголюбивая растительность ⇒ появляется мох-сфагнум и образуется моховое болото

Образование болот непосредственно на минеральном грунте

- 3. После лесного пожара
- 4. Низинные болота с осоковой растительностью и с малой мощностью отложений торфа могут образоваться в условиях затрудненного стока весенней воды с поймы речных долин в русло реки
- 5. Заболачивание неширокой полосы у подножия склона речной долины вследствие выхода здесь грунтовых вод

Верховое болото на водоразделе



Низинное болото в речной долине



Образование болот непосредственно на минеральном грунте

- 6. Очагами заболачивания водоразделов служат иногда мелкие впадины, возникающие как провалы на местах выноса грунтовыми водами растворимых солей, а также на участках механического выноса мелкопесчаного грунта из под слоя глины. Образующиеся в провальной западине болота разрастаются и создают сплошные водораздельные массивы.
- 7. В области тундры причиной заболачивания является малое испарение с поверхности земли и неглубокое залегание слоя вечной мерзлоты.

Болотная гидрографическая сеть

- Совокупность располагающихся на территории болотных массивов ручьев, речек, озер различных размеров и топей называется болотной гидрографической сетью
- Элементы гидрографической сети
 - Водоемы
 - Водотоки
 - Топи

Топи

- Сильно переувлажненные участки болотных массивов, характеризующиеся разжиженной торфяной залежью, постоянным или периодическим высоким стоянием уровней воды и непрочной рыхлой дерниной растительного покрова
- В зависимости от интенсивности водообмена в них топи можно разделить на
 - застойные, характеризующиеся фильтрационным движением воды в верхнем слое болота
 - проточные, характеризующиеся движением воды поверх растительного покрова в периоды максимального увлажнения болотных массивов

Источники питания болот

- В водном балансе низинных и переходных болот большое значение имеет поступление грунтовой воды, а также воды поверхностных водотоков в период их разливов. Питанию атмосферными осадками принадлежит меньшая роль
- Верховые болота получают питание в основном за счет атмосферных осадков
- Соотношение различных видов питания зависит от высотного положения болота по отношению к рельефу местности

Замерзание и оттаивание болот

- Теплопроводность торфа меньше какого-либо другого грунта \Rightarrow просохшее с осени болото промерзает на меньшую глубину по сравнению с минеральным грунтом прилегающих полей + оттаивание замерзшего болота происходит медленнее оттаивания минеральных грунтов
- Начало промерзания торфяного и глинистого грунтов происходит одновременно, оттаивание же торфяного грунта наблюдается позже
- Наибольшая глубина промерзания торфяного грунта зафиксирована на Новгородской станции — 42 см

Распределение болот

- Общая площадь болот ≈ 2682 тыс. км.², или около 2% суши
- Болота не встречаются в области постоянных снегов и льдов, в пустынях
- Общий запас воды, содержащийся в болотах Западной Сибири, достигает $1000 \text{ км}^3 \approx$ половина объема воды, находящегося во всех реках мира, если их на мгновение остановить
- На севере европейской части России заболочено около 40% лесов, а в Западной Сибири заболоченность тайги превышает 50 %

Распределение болот по отдельным ландшафтным зонам

- **В зоне тундры** (с лесотундрой) болота занимают около 18% всей площади (низкие температуры → процесс образования торфа затруднен → болота с малой мощностью торфа, в основном заболоченные земли).
- **В лесной зоне** - находится основная масса болот и около 80% всех запасов торфа (основными являются верховые болота)

Распределение болот по отдельным ландшафтным зонам

- **В зоне лесостепи** - имеются значительные заболоченные площади, тянущиеся узкими полосами по долинам рек и оврагам (преимущественно низинные болота, часто приуроченные к местам выхода грунтовых вод, являющихся источником их питания). Общая заболоченность этой зоны около 4 %.
- Только в лесостепной зоне Западно-Сибирской низменности встречаются верховые болота, носящие местное название «рямы».
- **В зоне степей** заболоченность 2% площади (как правило, отсутствуют процессы торфонакопления).

Распределение болот по отдельным ландшафтным зонам

- **В зоне полупустыни** торфяники отсутствуют совершенно. Встречаются заболоченные земли, характеризующиеся временным избыточным увлажнением в период весеннего снеготаяния или ливневых дождей

Использование болот

- Огромный запас тепловой энергии
- Торф широко применяется
 - в химической промышленности (торфяная смола, аммиак и др.)
 - в строительном деле (как строительный и теплоизоляционный материал)
 - в гидротехнике
 - в сельском хозяйстве
 - Благодаря малой кислотности, большому содержанию азота, кальция, калия и фосфора, в доступных растениям формах, почвы торфяников и заболоченных земель низинного типа отличаются высоким плодородием
 - Торфяники могут быть использованы для приготовления различного вида удобрений

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

- Воды, находящиеся в порах, пустотах и трещинах горных пород в верхней части земной коры в жидком, твердом и газообразном состояниях, называются подземными водами.

ОБРАЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД



АРТЕЗИАНСКАЯ СКВАЖИНА



ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ПО СПОСОБУ ОБРАЗОВАНИЯ (ПРОИСХОЖДЕНИЯ)

1. **Инфильтрационные** - просочившиеся (как в искусственных фильтрах) сквозь зернистые породы;
2. **Конденсационные** - из водных паров атмосферного и почвенного воздуха;
3. **Седиментационные**, формирующиеся в результате проникновения морских иловых вод в толщи пород на различных стадиях осадкообразования и позднее;
4. **Магматические (ювенильные)** - подземные воды, связанные с поднимающимися из недр земли (из магматической и метаморфической зон) парами и с диссоциированными газами.

ПО СПОСОБУ ПРОДВИЖЕНИЯ

- **Фильтрационные** - медленно просачивающиеся через зернистые горные породы
- **Жильные, или флюационные** - передвигающиеся в трещинах и крупных пустотах горных пород, подобно поверхностным потокам
- **Способ продвижения подземных вод** определяется гидрогеологическими свойствами горных пород.

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ ПО ОТНОШЕНИЮ К ВОДЕ

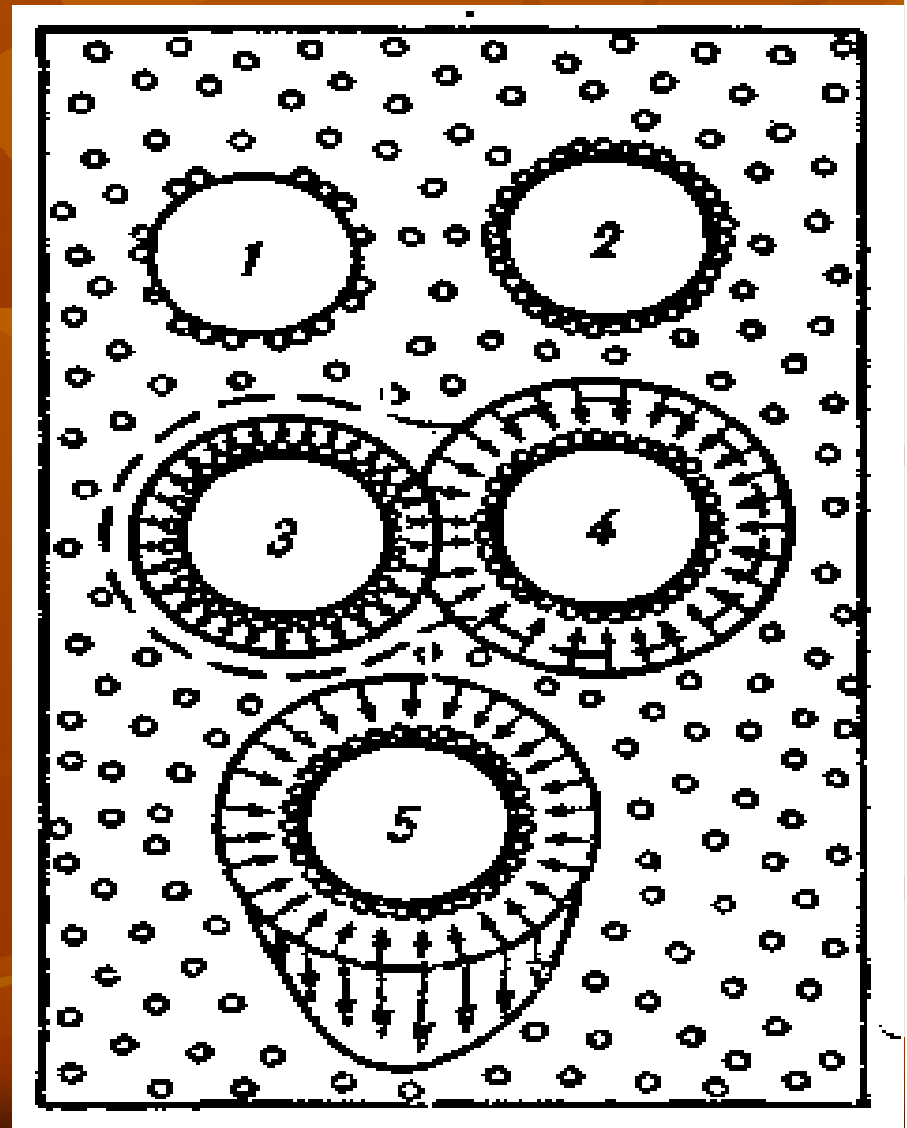
- **Водопроницаемые** - породы, в пустотах которых воды свободно продвигаются
- **Водоупорные** — породы, практически не пропускающие через себя воду
- **Водопроницаемость** обусловлена либо тем, что в горном массиве имеются трещины и пустоты, либо тем, что породы зернисты (пески).

ВИДЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

1. Связанная
 1. Химически связанная
 2. Физически связанная
 1. Гигроскопическую
 2. Пленочную
2. Свободная
 1. Гравитационную
 2. Капиллярную
3. В твердом состоянии
4. В виде пара

Схема различных состояний воды в почве (по А. Ф. Лебедеву).

- 1 - частицы почвы с неполной гигроскопичностью;
- 2 - частицы почвы с максимальной гигроскопичностью
- 3, 4 - частицы почвы с пленочной водой;
- 5 - частицы почвы с гравитационной водой.



Свободная вода

- Гравитационная - вода, движущаяся в порах, трещинах и пустотах под влиянием силы тяжести.
- Достигая водонепроницаемых пород и перемещаясь по водоупору в соответствии с уклоном его поверхности, она образует водоносный горизонт

Свободная вода

- Капиллярная вода - заполняет капиллярные поры и удерживается в них силами поверхностного натяжения.
- В условиях, когда силы капиллярного натяжения превышают силу тяжести, она способна подниматься в тонких трубках. Высота ее подъема обратно пропорциональна диаметру капилляров и составляет: в мелкозернистом песке 35—100 см, супеси — от 100 до 150 см, глине — 400—500 см.

Классификация подземных вод по условиям залегания в земной коре

- По содержанию влаги и свободных гравитационных вод в земной коре различают **зоны аэрации и полного насыщения**.
- Зона **аэрации** - поверхностная толща земной коры между ее поверхностью зеркалом грунтовых вод
- Зона **насыщения** - та часть земной коры, которая лежит ниже зеркала первого от поверхности постоянного водоносного горизонта

Зона аэрации

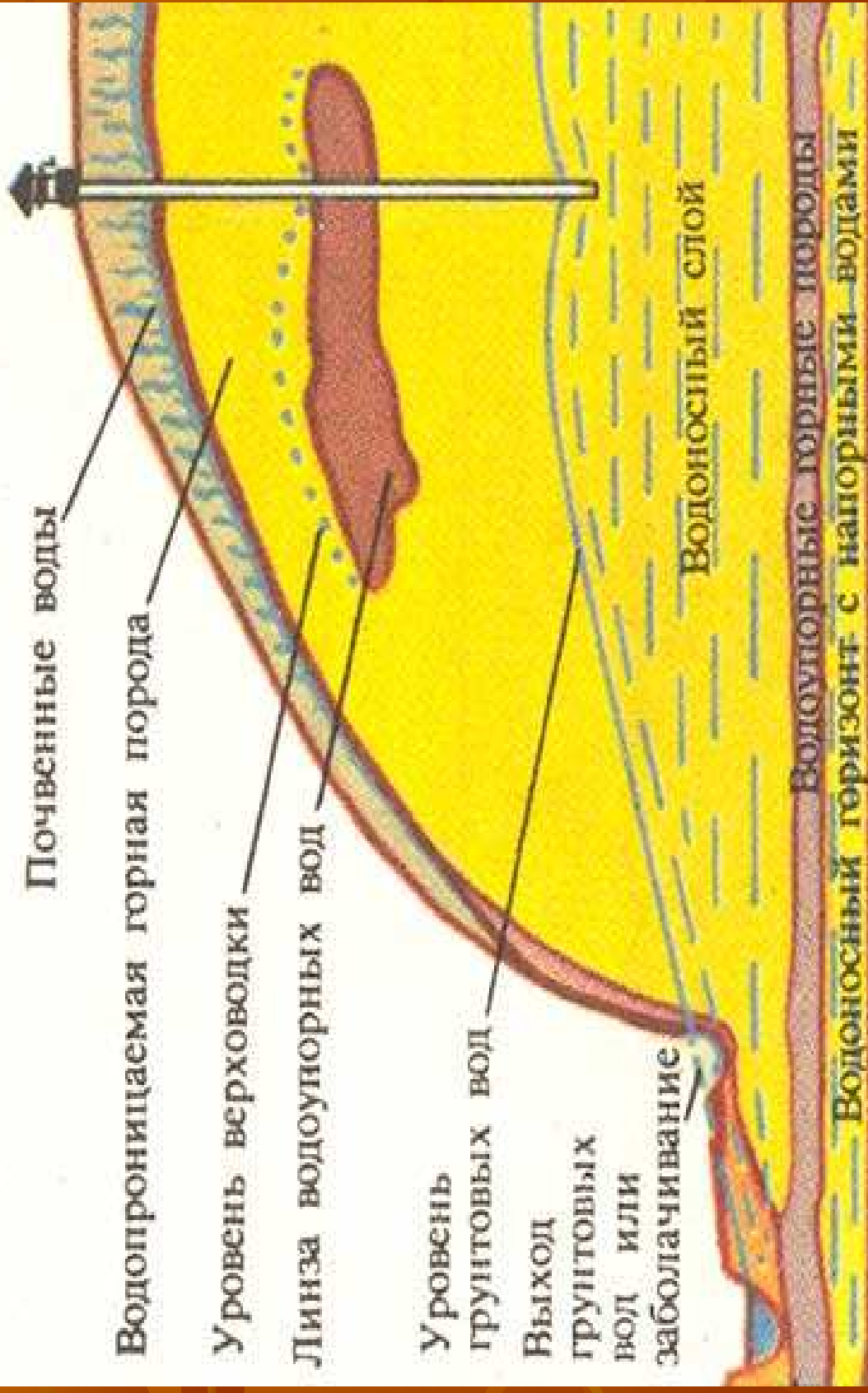
1. Почвенные воды, распространенные в почвенном слое близ поверхности Земли.

Их формирование связано с процессами инфильтрации атмосферных осадков, снеготалых вод и конденсации атмосферной влаги.

Зона аэрации

2. **Верховодка** образуется в зоне аэрации, когда инфильтрующаяся вода встречает на своем пути линзы водонепроницаемых пород. Это могут быть линзы глин среди песчаных отложений речных террас. Подземные воды верховодки обычно образуются на сравнительно небольшой глубине и имеют ограниченное по площади распространение.

Действие колодца на уровень грунтовых вод

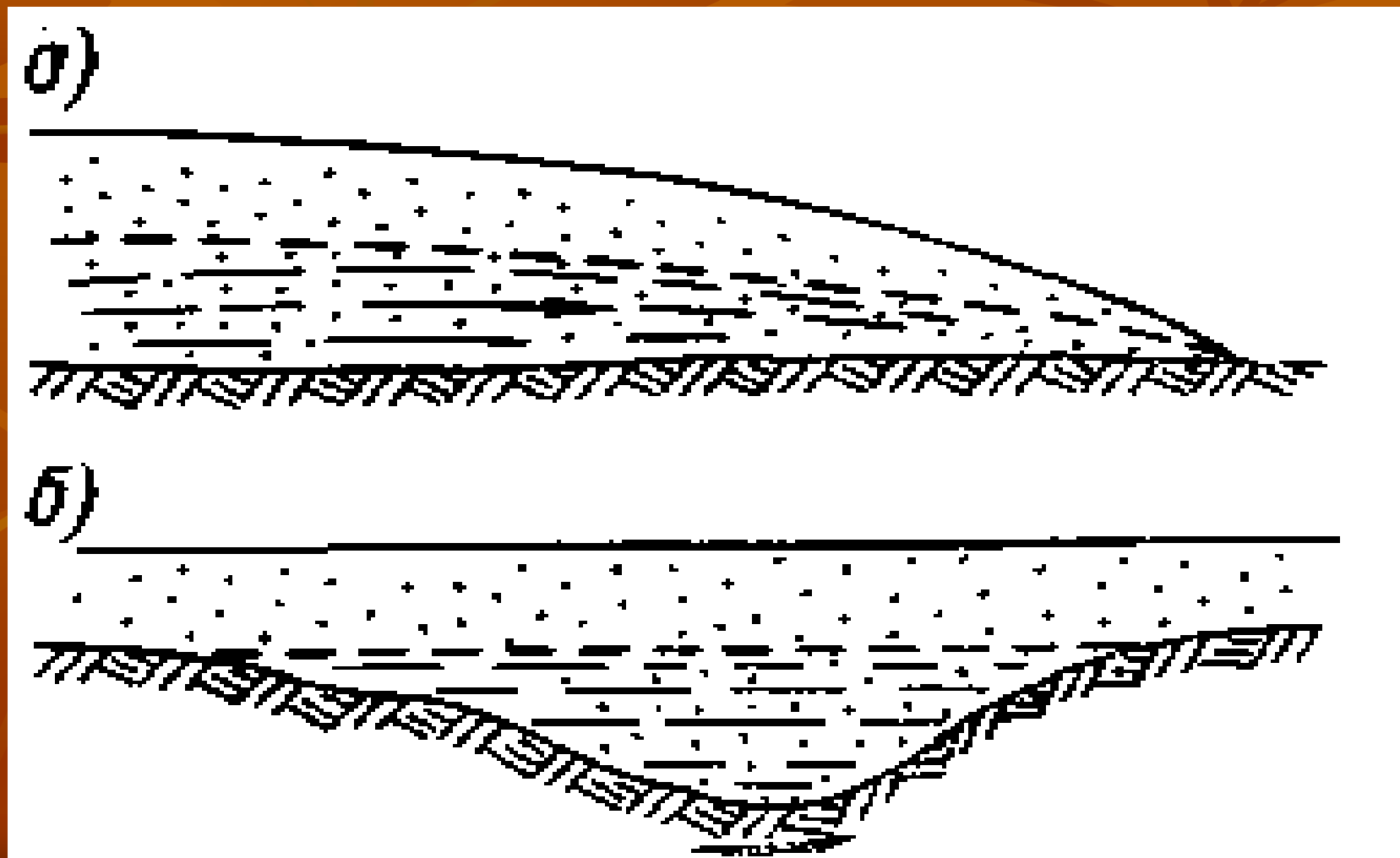


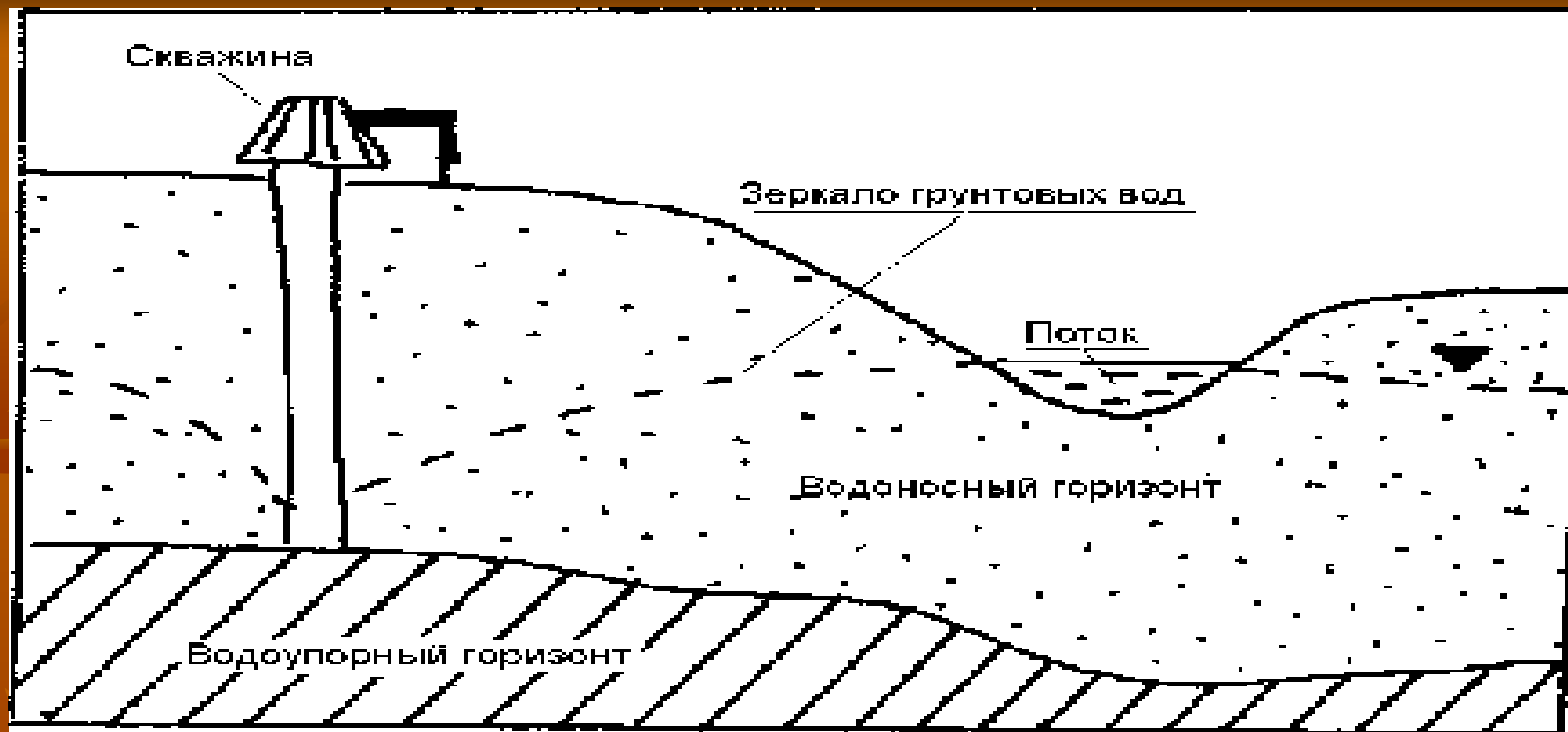
Зона насыщения

- **Грунтовые воды** — воды первого от поверхности постоянного водоносного горизонта, расположенного на первом водоупорном слое, не перекрытом водонепроницаемой породой.

Схема залегания грунтовых вод.

а — грунтовой поток, б — грунтовой бассейн.





Область питания грунтовых вод совпадает с областью распространения водопроницаемых пород.

Верхняя граница зоны насыщения называется *уровнем* или *зеркалом грунтовых вод*.

Порода, насыщенная водой, называется *водоносным горизонтом*.

СЕМЬ ОСНОВНЫХ ЗОН ГРУНТОВЫХ ВОД

1. **тундровая** зона ультрапресных вод — зеркало находится близко от дневной поверхности или сливается с ней;
2. **лесная** зона пресных высокостоящих вод — грунтовые воды залегают на глубине 1,5—4 м;
3. **степная** зона слабоминерализованных и глубокозалегающих вод— грунтовые воды залегают на глубине до 20 м и имеют гидрокарбонато-кальциевую минерализацию от 0,5 до 1,0 г/л, а на междуречьях — хлоридную и хлоридно-сульфатную минерализацию от 8 г/л;

СЕМЬ ОСНОВНЫХ ЗОН ГРУНТОВЫХ ВОД

4. зона солевых глубокозалегающих грунтовых вод и транзитных потоков пресных вод **полупустынной и пустынной зон** — основная масса грунтовой воды засушливых зон — представлена миграционными потоками, поступающими из районов с иными природными условиями;
5. зона слабоминерализованных и глубокозалегающих вод **тропических степей и саванн** — грунтовые воды залегают на глубине от 15 до 50 м;

СЕМЬ ОСНОВНЫХ ЗОН ГРУНТОВЫХ ВОД

6. зона высокостоящих и пресных грунтовых вод экваториальных лесов — при избыточном атмосферном увлажнении и обилии поверхностных водоемов в зоне гилей грунтовые воды стоят высоко;
7. зона подземных вод областей многолетней мерзлоты Северной Азии и Северной Америки — определяющую роль играют специфические тепловые условия за последнее геологическое время, а не величина увлажнения территории.

Зона насыщения

- **Водоносные горизонты.**
Заключенные между двумя водоупорными слоями называются **межпластовыми**
- **Межпластовые воды отличаются от грунтовых тем, что межпластовый водоносный грунт перекрыт с поверхности водоупорной кровлей**

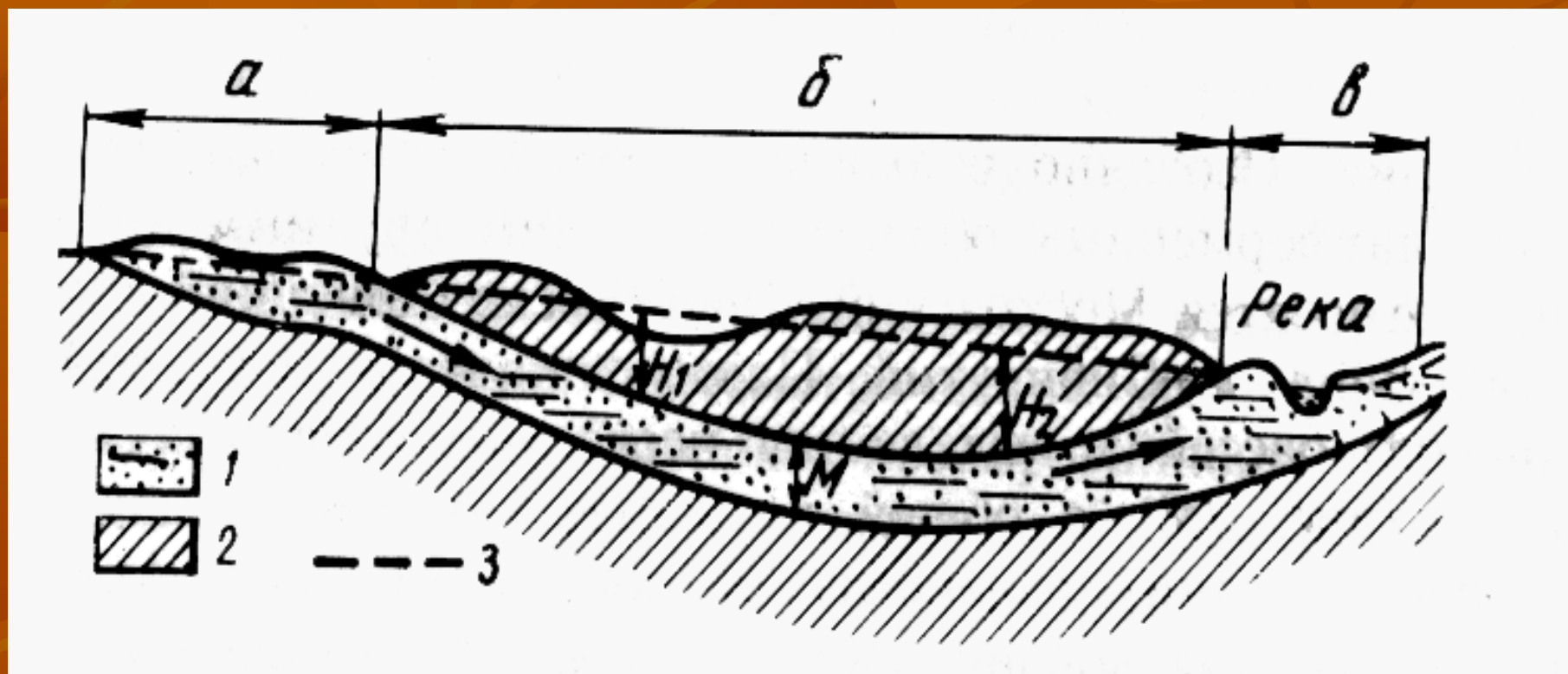
Межпластовые воды

- **Ненапорные** (нисходящие) межпластовые воды насыщают водоносный пласт частично и стекают по уклону так же, как и грунтовые.
- Напорные (восходящие) межпластовые воды залегают в тектонических структурах, вогнутых (мульдообразных) или наклонных пластах. Их обычно называют **артезианскими** по названию французской провинции Артуа, где в 1126 г. впервые в Европе неожиданно при бурении скважин были вскрыты фонтанирующие воды

Артезианские воды

- В них сосредоточена основная масса подземных вод материков
- В РФ известно около 70 артезианских бассейнов, самый крупный на Земле Западно-Сибирский бассейн площадью 3 млн км².
- Артезианские бассейны обнаружены на всех материках и во всех природных зонах.
 - В области питания водоносный горизонт имеет свободную поверхность и питается грунтовыми водами.
 - В области напора вода при наличии скважины может подняться выше уровня водоносного горизонта или фонтанировать.
 - В области разгрузки вода выходит на поверхность, переходит в грунтовые воды или непосредственно питает реки.

Схема артезианского бассейна



а - область питания; б - область напора; в - область разгрузки; H_1 , H_2 - величина напора; 1 - водоносный горизонт, 2 - водоупорные породы, 3 - пьезометрический уровень напорных вод

Артезианские воды

- Некоторые участки артезианских бассейнов находятся ниже уровня моря.
- **Подземные воды**
 - холодные при температуре до 20°C
 - теплые, или субтермальные, при 20-37° С
 - термальные при 37-42° С
 - горячие, или гипертермальные, выше 42°C.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

Минеральными называются подземные воды, обладающие биологически активными свойствами, оказывающими физиологическое воздействие на организм человека и используемые в лечебных целях.

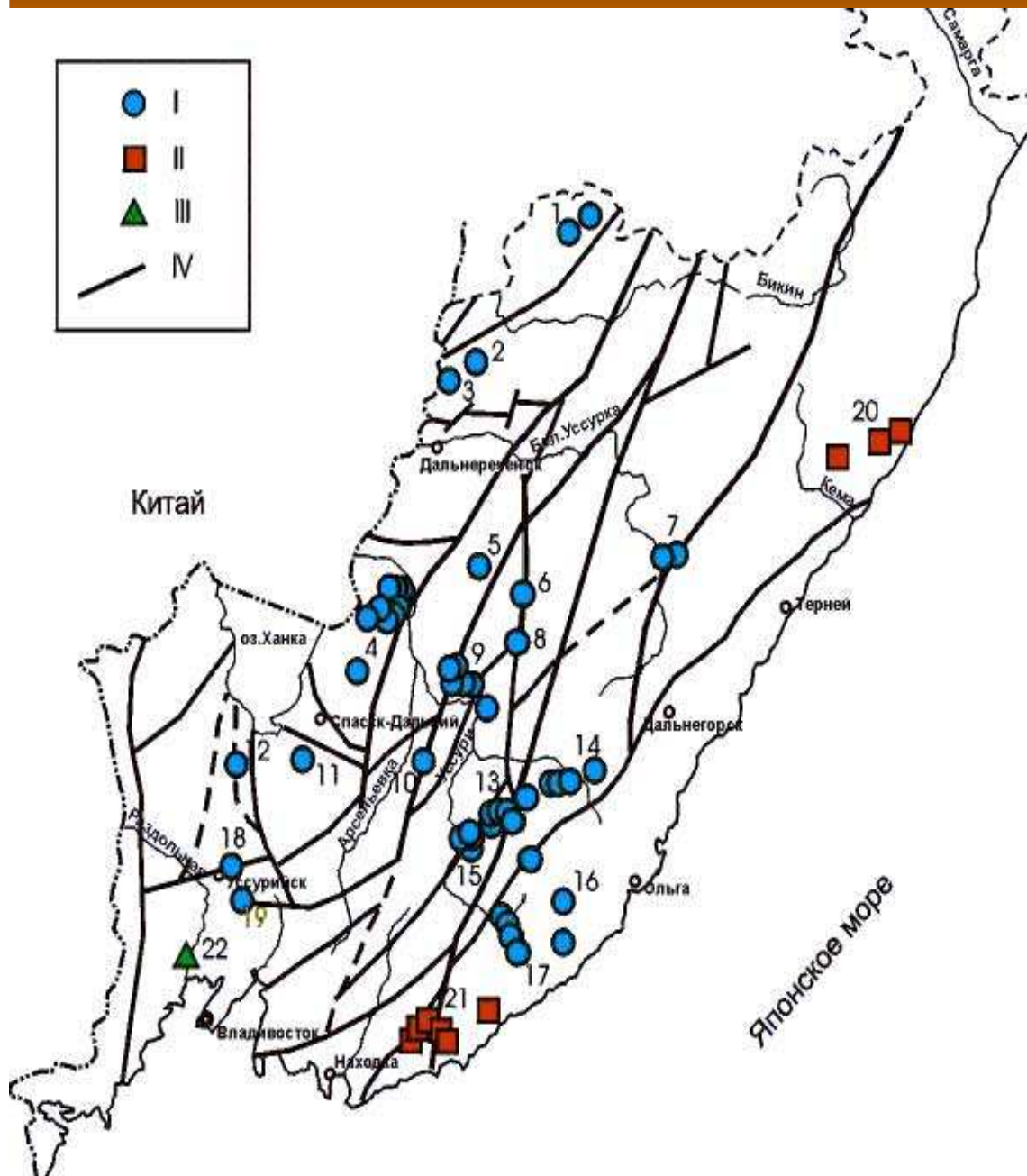
Углекислые

Водородные

Радоновые

Бромистые

Железистые

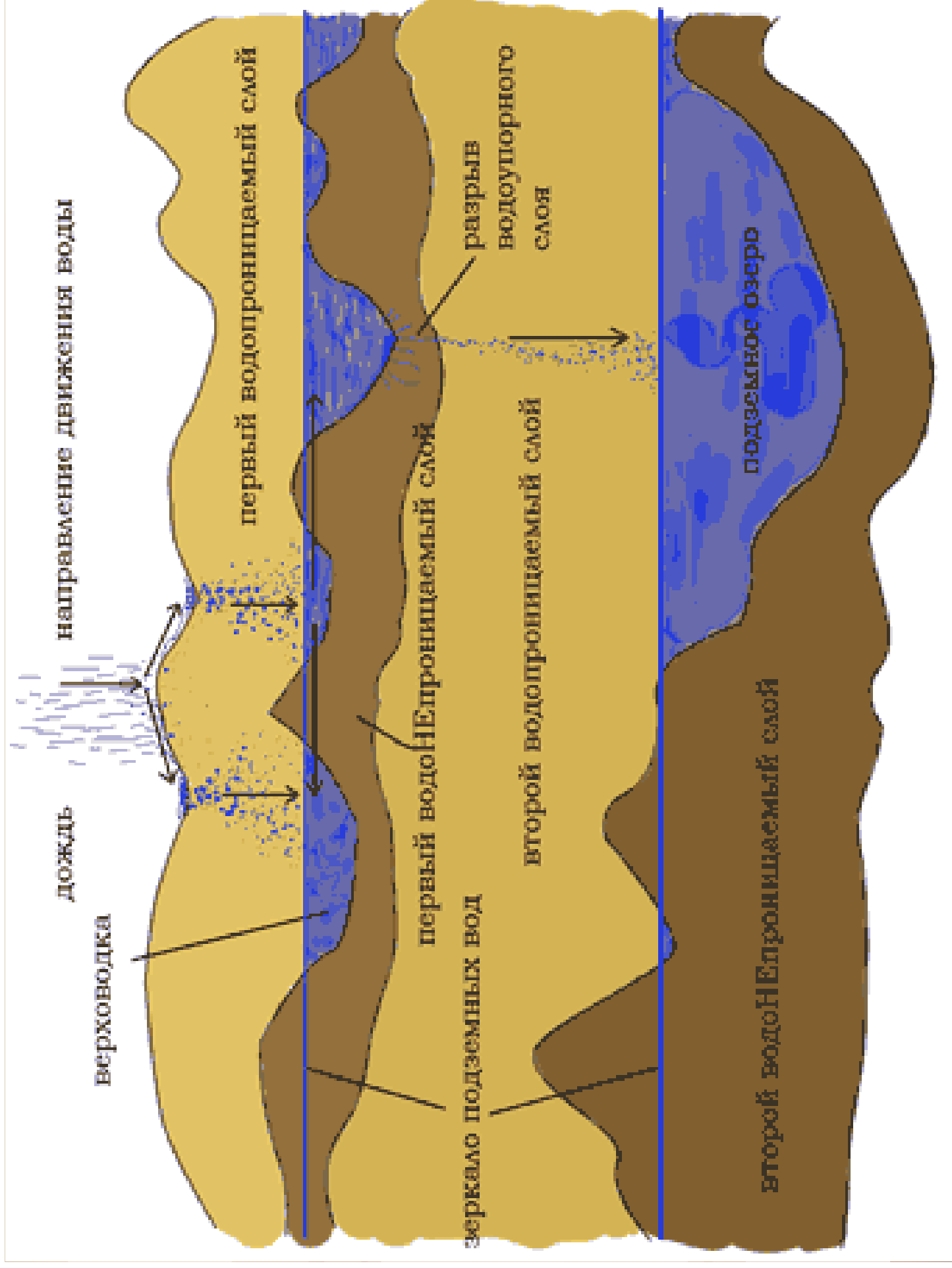


Минеральные воды Приморья

I - углекислые воды

II - азотные воды

III - соленые воды



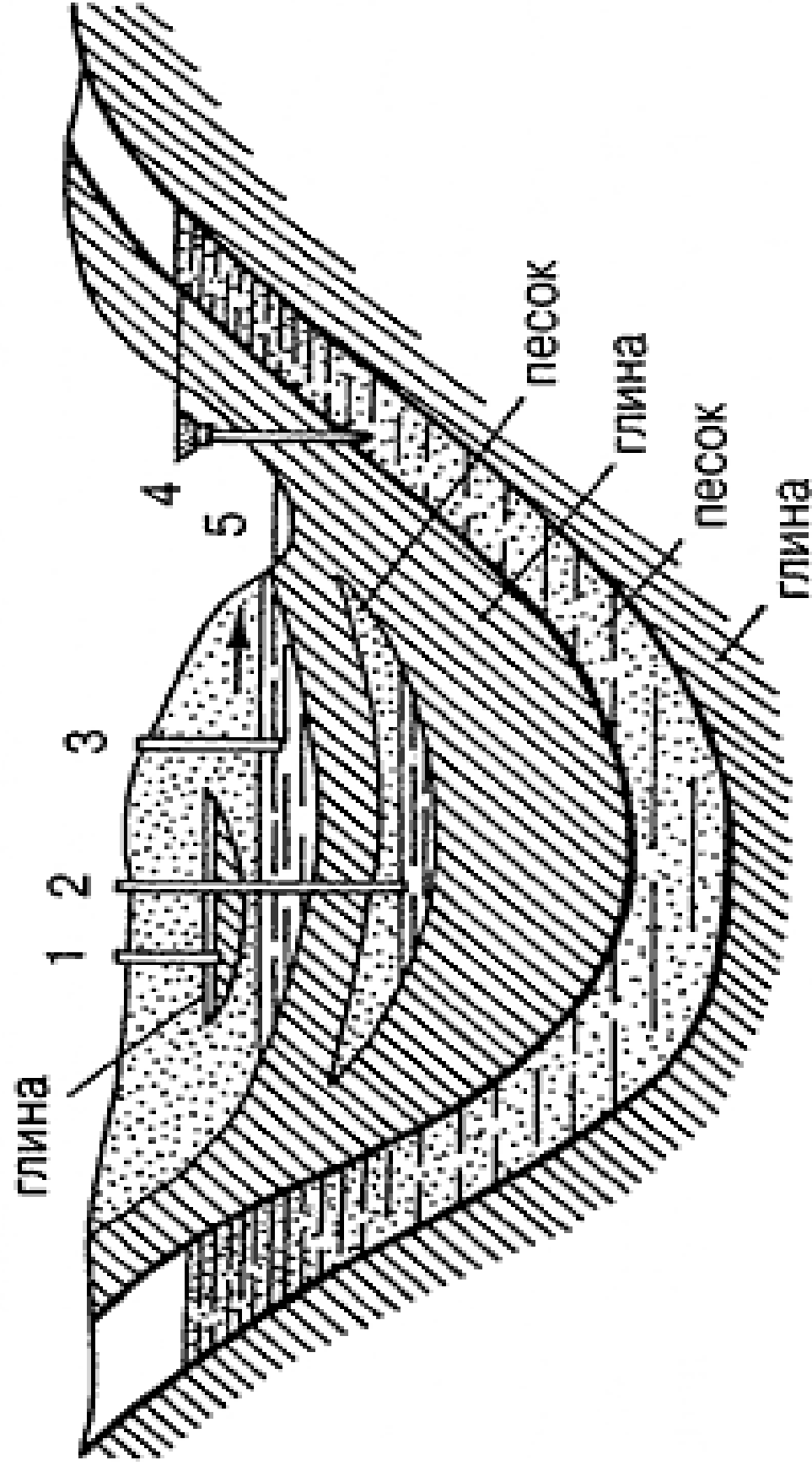


Схема залегания подземных вод: 1 — верховодка; 2 — межпластовые безнапорные воды; 3 — грунтовые воды; 4 — межпластовые напорные воды; 5 — поверхностный водоём

Подземные воды в трещиноватых и закарстованных породах

- **Трещинные воды** - содержащиеся в трещинах и небольших пустотах горных пород.
- Воды, циркулирующие по трещинам магматических пород называют **трещинножилыми**, а воды, содержащиеся в трещинах и пустотах осадочных пород, — **трещиннопластовыми**.

Карстовые воды

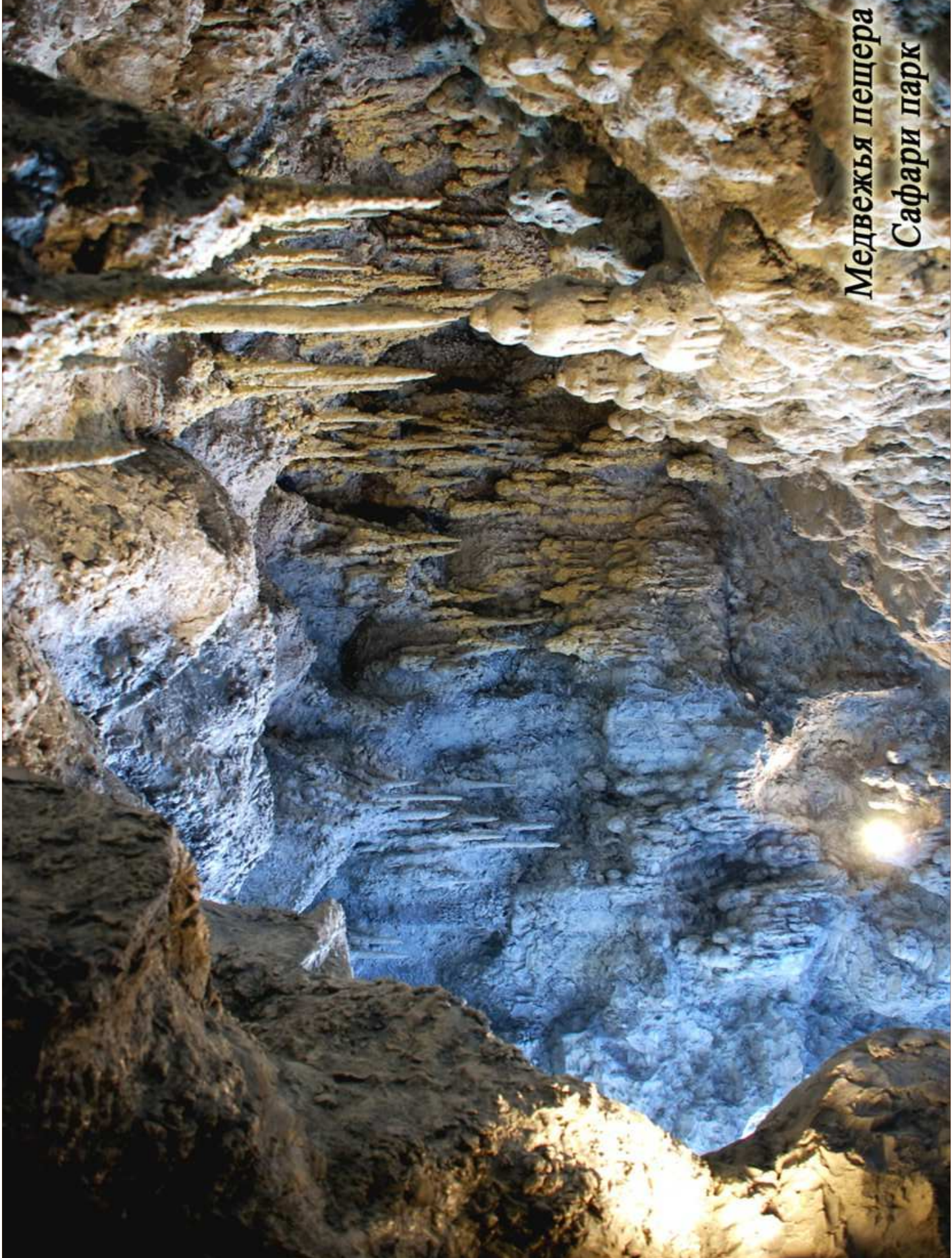
- Воды, приуроченные к подземным каналам и большим пустотам, образующиеся в результате выщелачивания водами осадочных горных пород, называют **карстовыми**

Особенности карстовых вод

1. воды пресные, обычно ненапорные грунтового типа, как правило, имеют связь с поверхностными водотоками, из-за отсутствия водоупорной кровли часто легко загрязняются
2. режим вод крайне неустойчивый, наблюдаются очень резкие колебания уровня, расхода и температур. Глубина водной поверхности изменяется от 30 до 100 м;
3. связь карстовых вод с водами рек очень своеобразна: реки исчезают в закарстованных породах и, появляясь вновь, образуют мощные родники;
4. движение вод сложное и разнонаправленное: в области питания вод — вертикальное, а в зоне полную насыщения — горизонтальное, по уклону пластов к участкам разгрузки

Карстовые воды

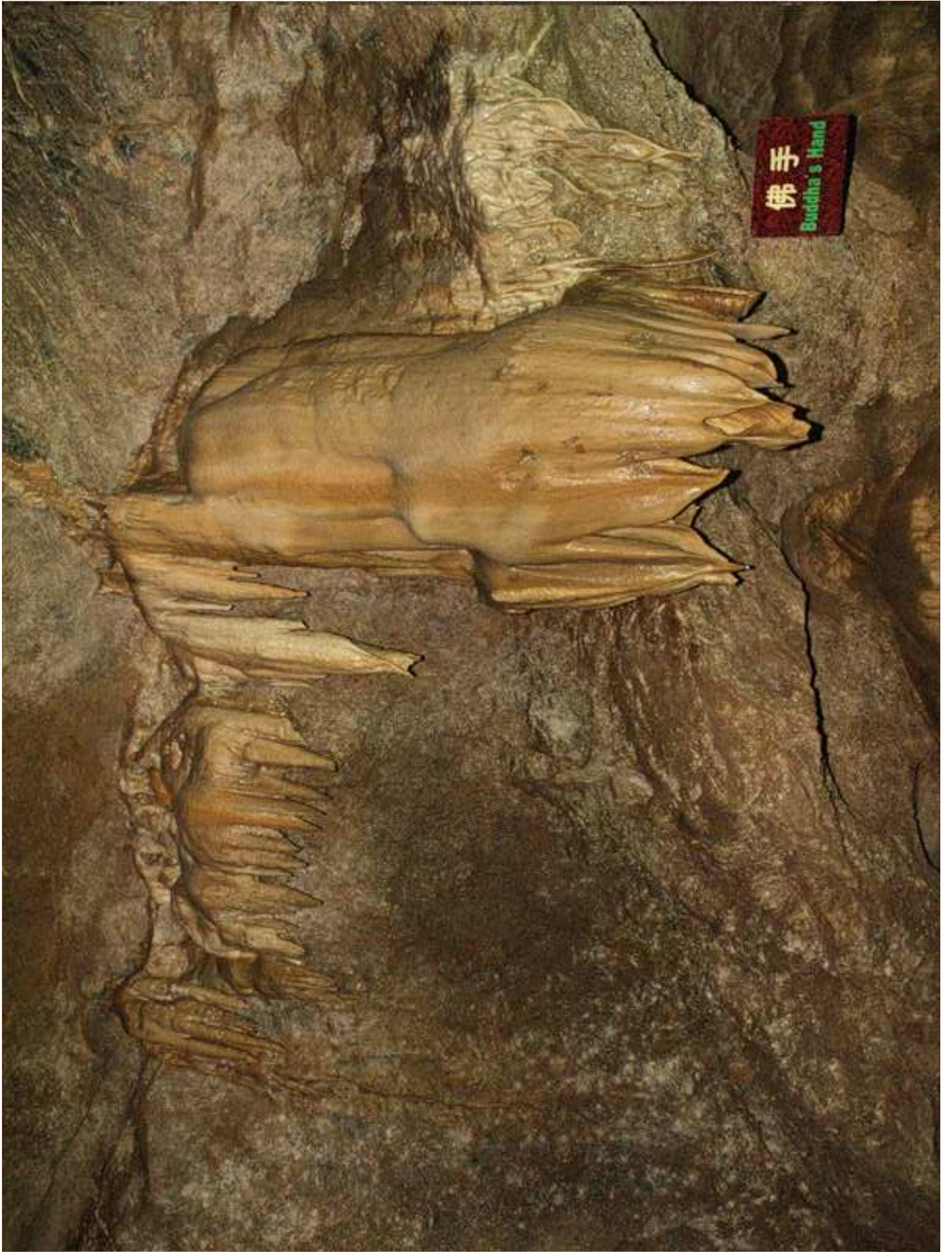
- Благодаря растворяющей деятельности воды внутри карстующихся пластов образуются пещеры
- Крупнейшие пещеры мира- Хеллох в Швейцарии (лабиринт длиной 78 км) и Мамонтова на западном склоне Аппалачей (свыше 71 км)



Медвежья пещера
Сафари парк



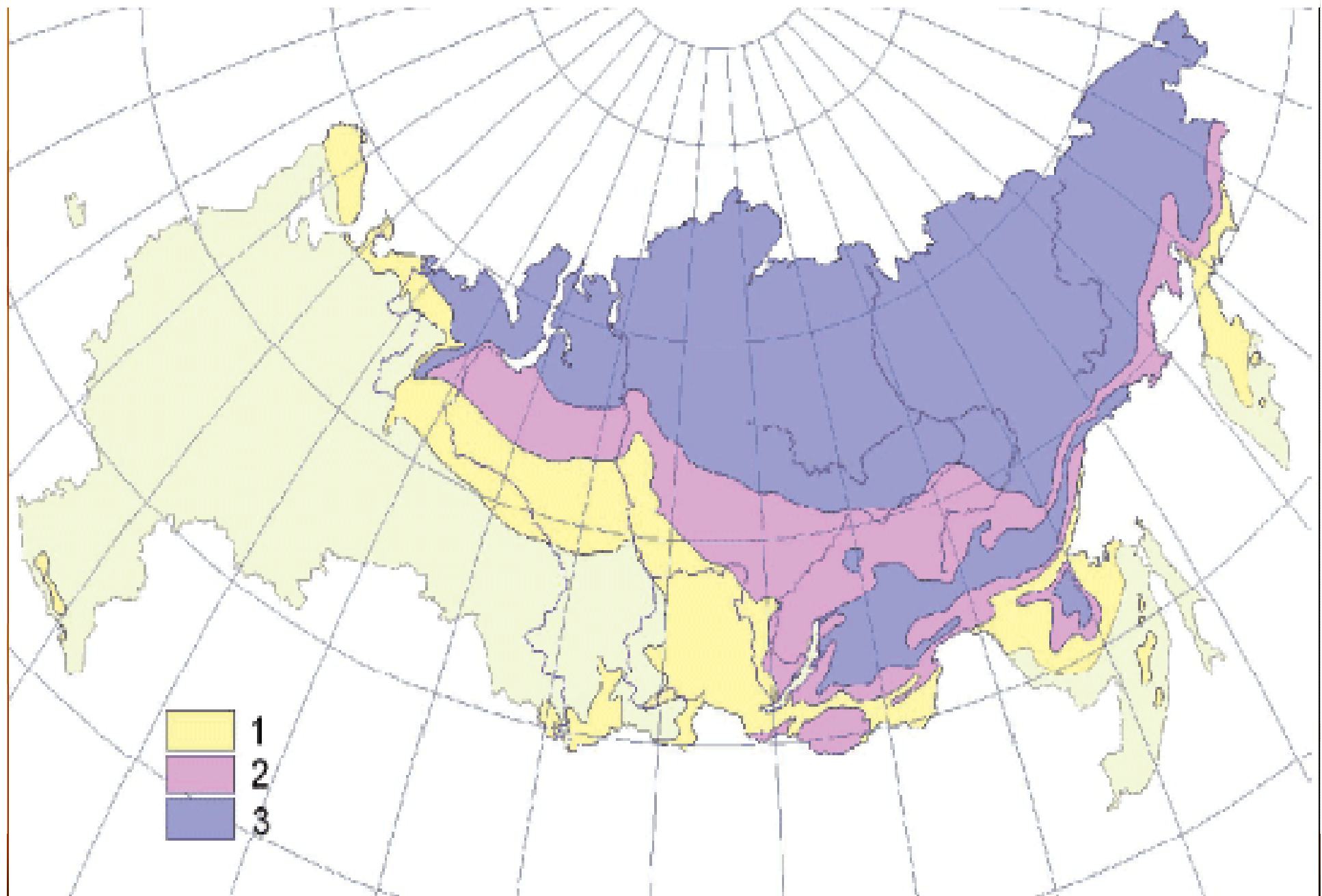




Подземные воды зоны многолетней мерзлоты

- Слои пород с отрицательной температурой называются многолетнемерзлыми слоями, многолетней, “вечной” мерзлотой (14% суши)
- Мощность слоя многолетней мерзлоты от 1—2 до нескольких сотен метров.
- Максимальная 1500 м, обнаружена в верховьях р. Мархи в Восточной Сибири.

ЗОНА ОСТРОВНОГО (1) , ПРЕРЫВИСТОГО (2) И СПЛОШНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ



Вечная мерзлота

- Выше многолетнемерзлого слоя располагается слой сезонной мерзлоты, оттаивающей в теплое время года - **деятельный, или активный**.
- Если слой многолетней мерзлоты ежегодно смыкается со слоем сезонного промерзания, то многолетняя мерзлота называется **сливающейся**; если указанного соединения не наблюдается, мерзлота называется **несливающейся**

Подземные воды зоны многолетней мерзлоты

- Надмерзлотные
- Межмерзлотные
- Подмерзлотные.

Надмерзлотные воды

- Надмерзлотные воды залегают на толще многолетней мерзлоты как на водоупоре.
 - **сезонно промерзающие** (верховодка) - находятся только в пределах деятельного слоя
 - **сезонно частично промерзающие** - у которых только верхняя часть расположена в активном слое
 - **сезонно не промерзающие** - залегающие ниже слоя сезонного промерзания.

Надмерзлотные воды

- В холодный период года частично промерзающие, надмерзлотные воды, расширяясь при замерзании, могут образовать подземный наледный бугор. В отдельных случаях происходит разрыв деятельного слоя почв и грунтов, и часть надмерзлотных вод изливается на поверхность, где и застывает в виде **наледи**.

Межмерзлотные воды

- Встречаются в жидкой и твердой фазе, чаще всего в твердой фазе в виде пластов, линз, жил и т. д.
- Обычно не подвержены сезонному промерзанию и оттаиванию
- В жидкой фазе имеют водообмен с над- и подмерзлотными водами; обычно связаны с подрусловыми потоками, с водами рек и озер; в большинстве случаев существуют за счет восходящих подмерзлотных вод, обладают напором.
- Нередко выходят на поверхность в виде родников, дебитом в десятки и сотни кубических метров в секунду (например, источники Алданского и Верхне-Колымского массивов)

- **Подмерзлотные артезианские воды** имеют широкое распространение, по минерализации — от пресных, используемых для водоснабжения (Якутск, Вилюйск), до рассолов.
- Надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные воды взаимодействуют под долинами крупных рек и в котловинах озер, т. е. там, где многолетняя мерзлота отсутствует.
- Пресные межмерзлотные и подмерзлотные воды используются для водоснабжения, минерализованные, термальные подмерзлотные воды — в бальнеологии.

СТРОИТЕЛЬСТВО В ЗОНЕ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ



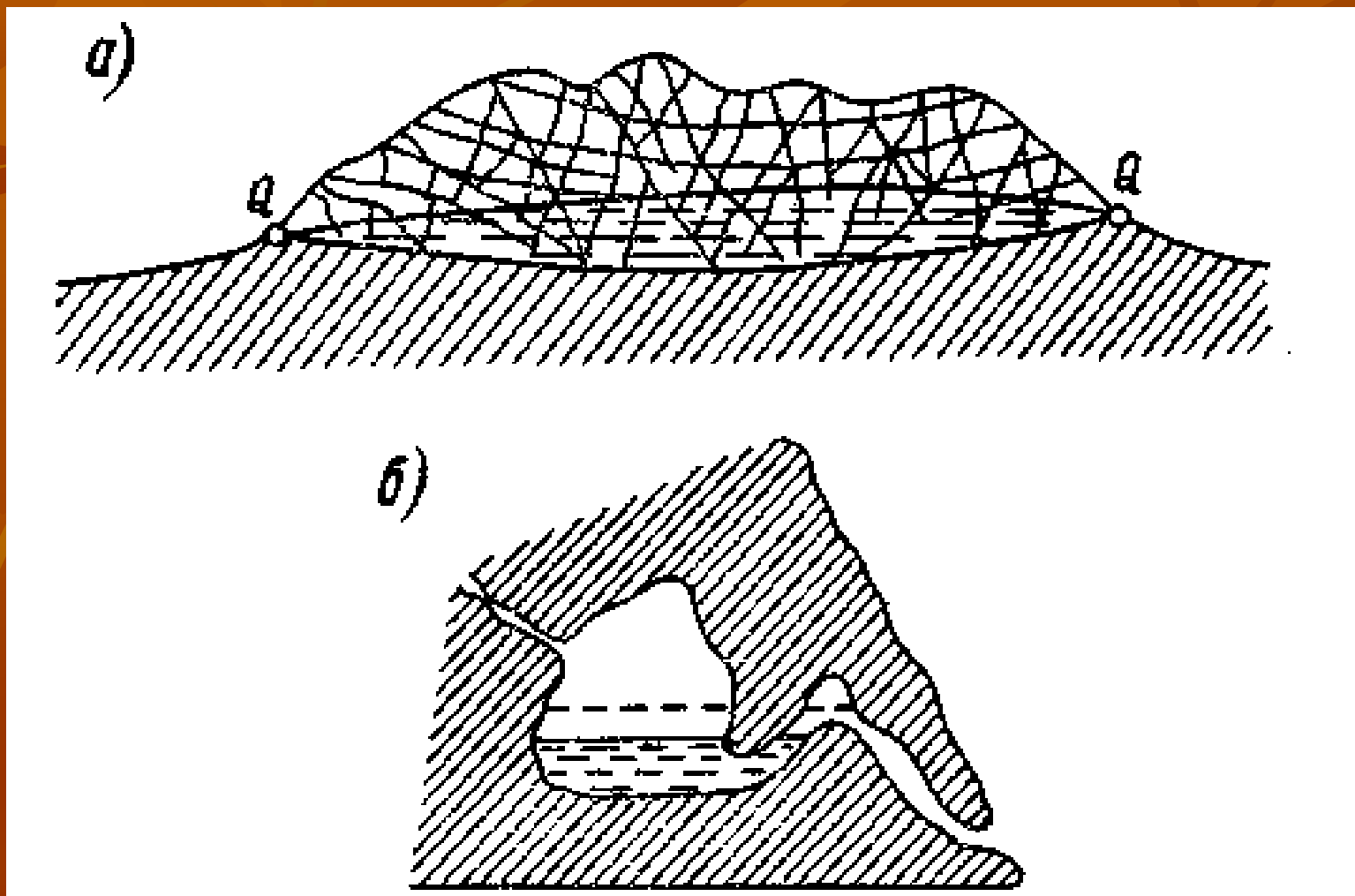
Родники (источники)

- Естественные выходы подземных вод на дневную поверхность
- Наибольшее количество воды дают источники, связанные с трещиноватыми и закарстованными породами.

Родники

- **Переливные** источники представляют собой выходы грунтовых вод из водоносного горизонта, залегающего на вогнутой поверхности водоупора. Режим этих источников неустойчив; с падением уровня дебит источника быстро уменьшается и наоборот.
- Для **перемежающихся, или сифонных**, источников характерно наличие резервуара — пещеры, в которой накапливается вода, и отводного канала в форме сифона. Источник действует только тогда, когда вода в резервуаре достигает уровня верхнего колена сифона.

Переливной (а) и сифонный (б) источники



По гидравлическим особенностям выделяют родники

- **Нисходящие** (ненапорные)
 - питаются грунтовыми водами
 - обычно приурочены к осадочным породам, выходят в долинах рек и на склонах
 - могут пересыхать или перемерзать.
- **Восходящие** (напорные)
 - часто наблюдаются в зонах разломов и на склонах различных артезианских бассейнов и речных долин

Родники

- **По минерализации**

- Солоноватые
- Соленые
- Рассольные

- **По химическому составу**

- Гидрокарбонатные
- Сульфатные
- хлоридные

Родники

- **По газовому составу**

- Метановые
- Сероводородные
- Радоновые
- Углекислые
- азотные и др.

- **По температуре**

- Холодные
- Теплые
- термальные

Родники

- По геоморфологическим и геоструктурным признакам различают родники
 - равнинных областей
 - предгорий и конусов выноса
 - горно-складчатых областей
 - областей многолетней мерзлоты
 - районов молодой вулканической деятельности

Родники областей многолетней мерзлоты

- **Нисходящие** - холодные, приуроченные к надмерзлотным водам, действуют только летом, дебит их невелик
- **Восходящие** - питающиеся подмерзлотными водами. Являются очагами разгрузки артезианских вод, имеют значительный дебит, различную минерализацию и температуру. (например, температура родника Талого вблизи Магадана 92°C).

Родники районов молодой вулканической деятельности

- Наиболее типичны — **гейзеры** — источники, периодически выбрасывающие фонтаны горячей воды и пара с температурой до 185°C , приурочены к областям недавнего или современного вулканизма, где магматические очаги расположены неглубоко
- Районов с гейзерами на Земле немного: Камчатка, Исландия, Северная Америка, Япония, Новая Зеландия

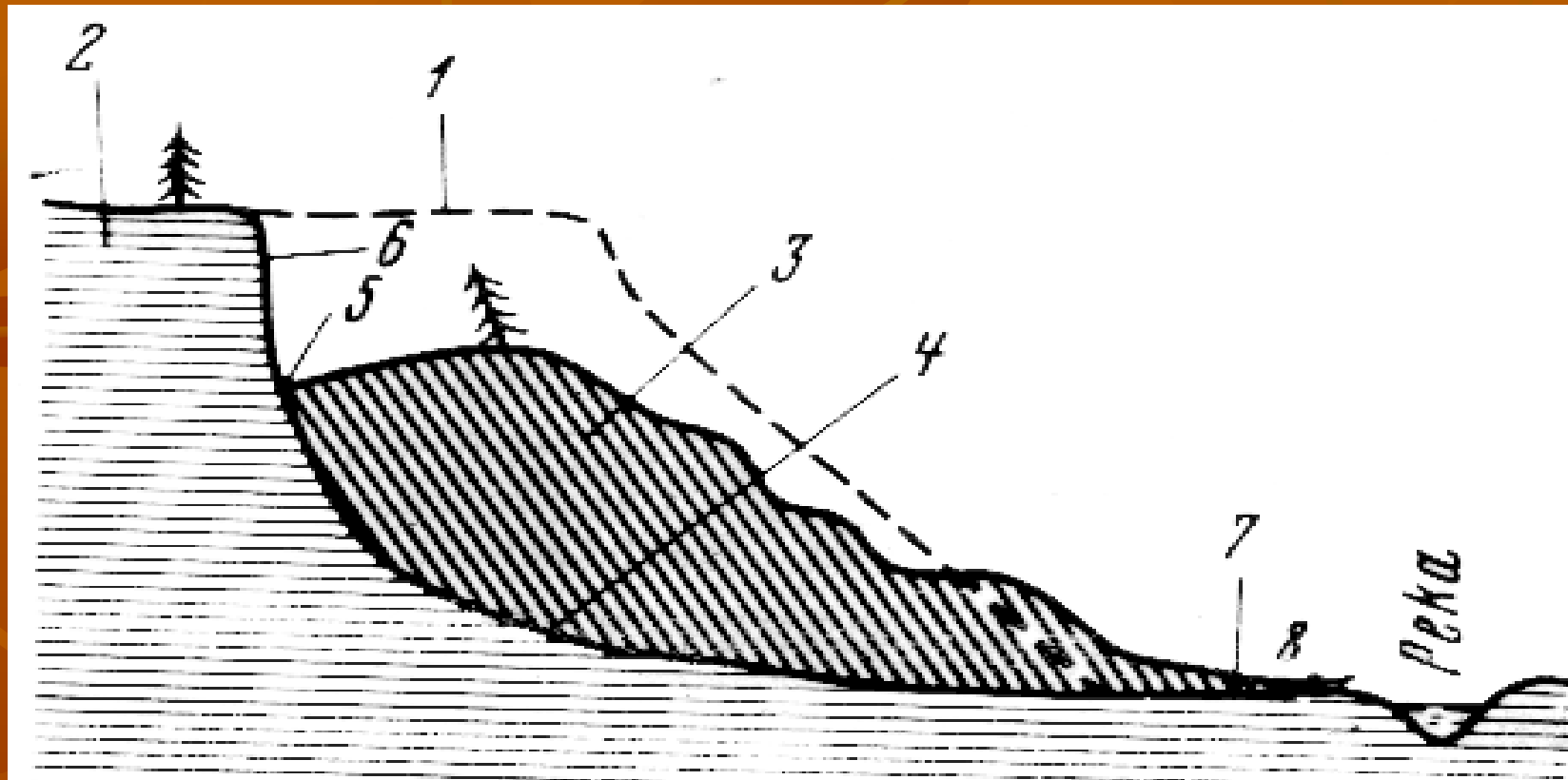
Роль подземных вод в физико-географических процессах

- Оползни
- Суффозия
- Карст
- Заболачивание
- Участвуют в питании рек и озер, являясь при этом самой устойчивой частью стока

Оползни

- Оползни представляют собой скользящее смещение грунтов по склону в той части, где они находятся в состоянии неустойчивого равновесия
- Образуются на склонах речных долин, сложенных чередующимися водоупорными и водоносными породами
- Распространены по берегам больших рек — Волги, Днепра, Дона и др.

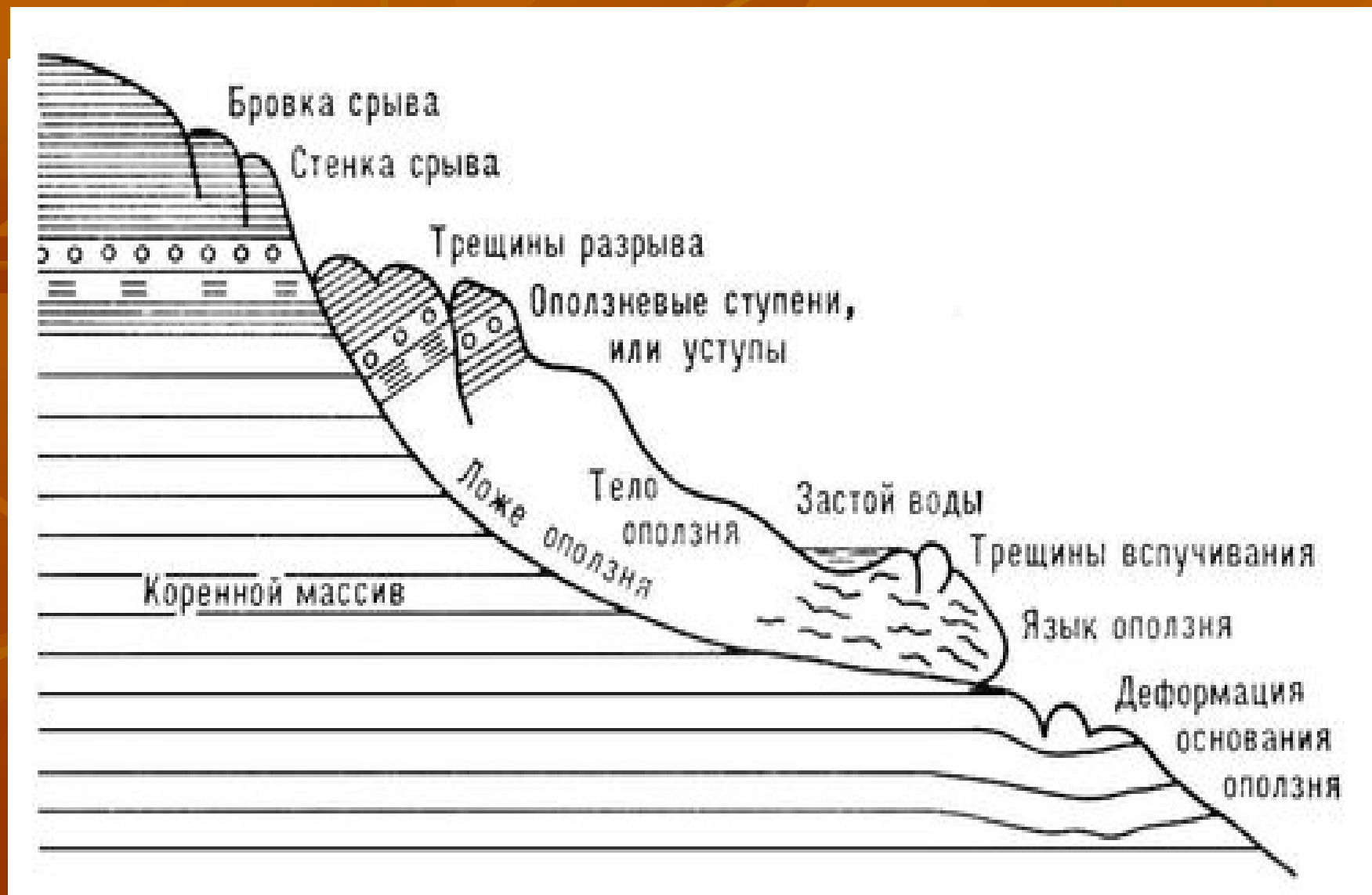
Оползни



1 - первоначальное положение склона, 2 - ненарушенный склон, 3 - оползневое тело, 4 - поверхность скольжения, 5 - тыловой шов, 6 - надоползневой уступ, 7 - подошва оползня, 8 - источник



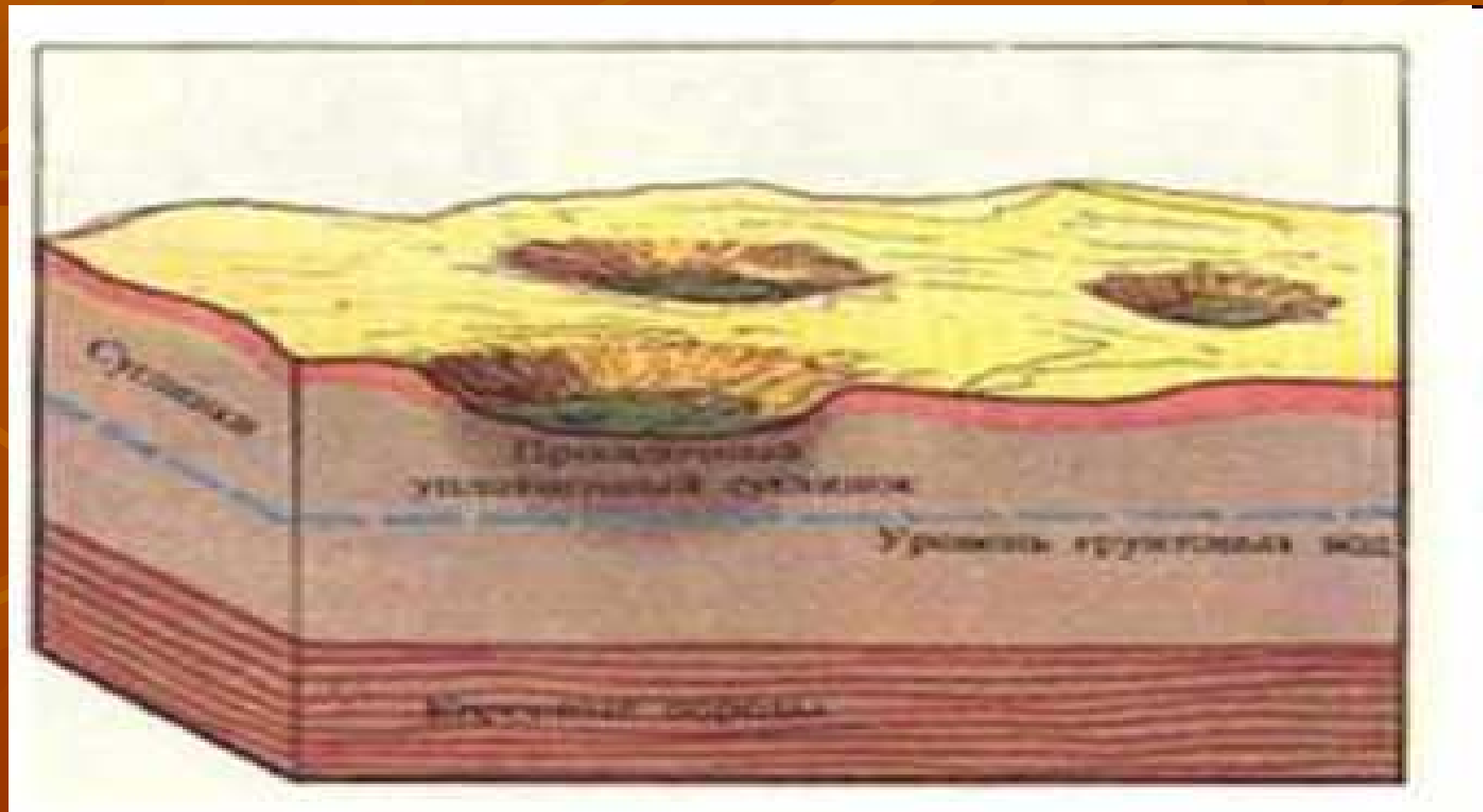
Оползни



Суффозия

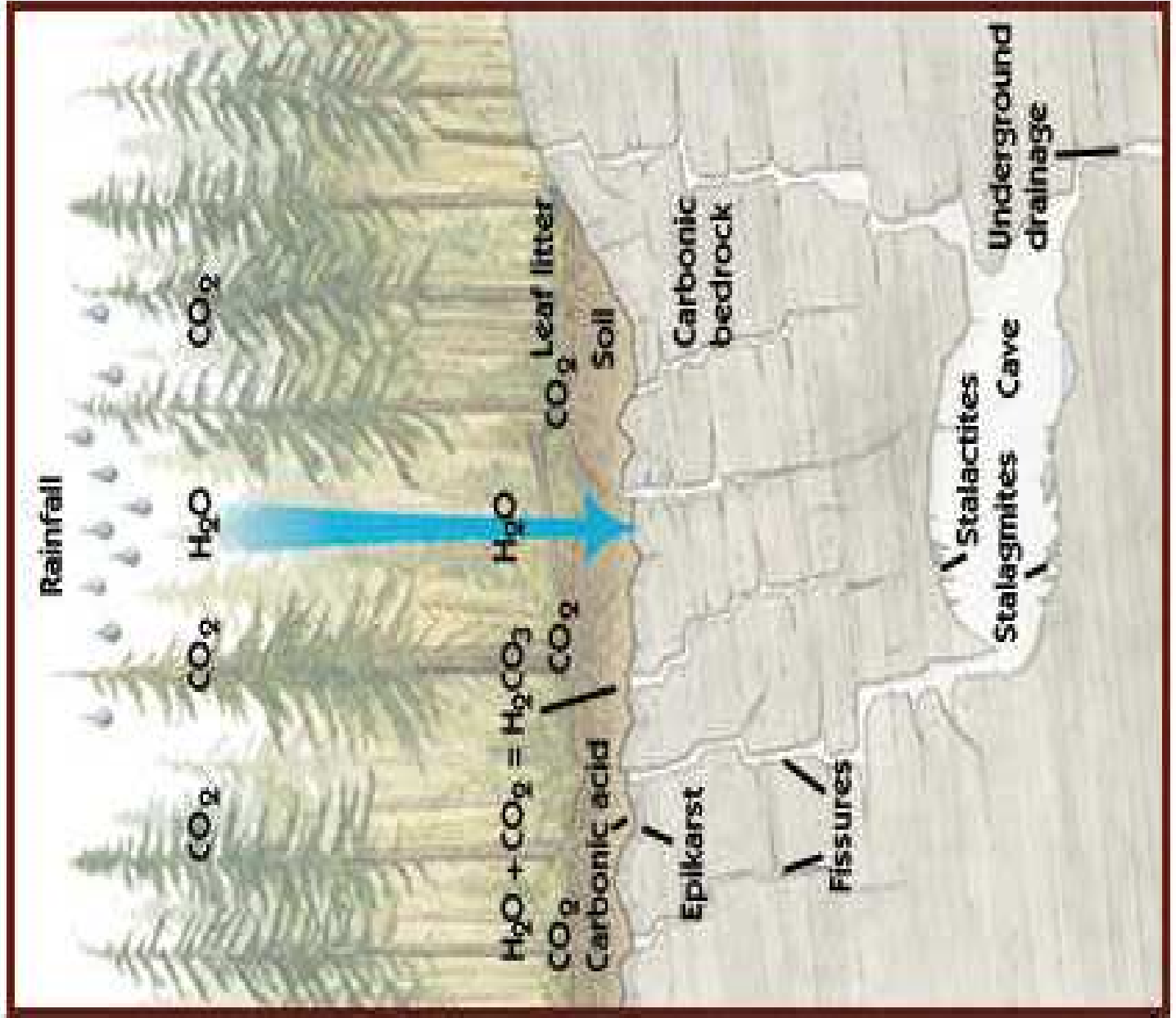
- Суффозия (от лат. *suffosio* — подкапывание) — явление размыва и выноса мелких минеральных частиц и растворенных веществ водой, фильтрующейся в толще горных пород, обуславливающее оседание покрывающих эти породы поверхностных слоев грунта.
- По пути следования подземного потока возникают каналобразные ходы («водные жилы»), пустоты. По мере их увеличения рыхлая водоносная порода и покрывающие ее поверхностные слои проседают.
- Явление суффозии широко распространено в лёссовых равнинах засушливой зоны — на Украине, в Западной Сибири.

Суффозия

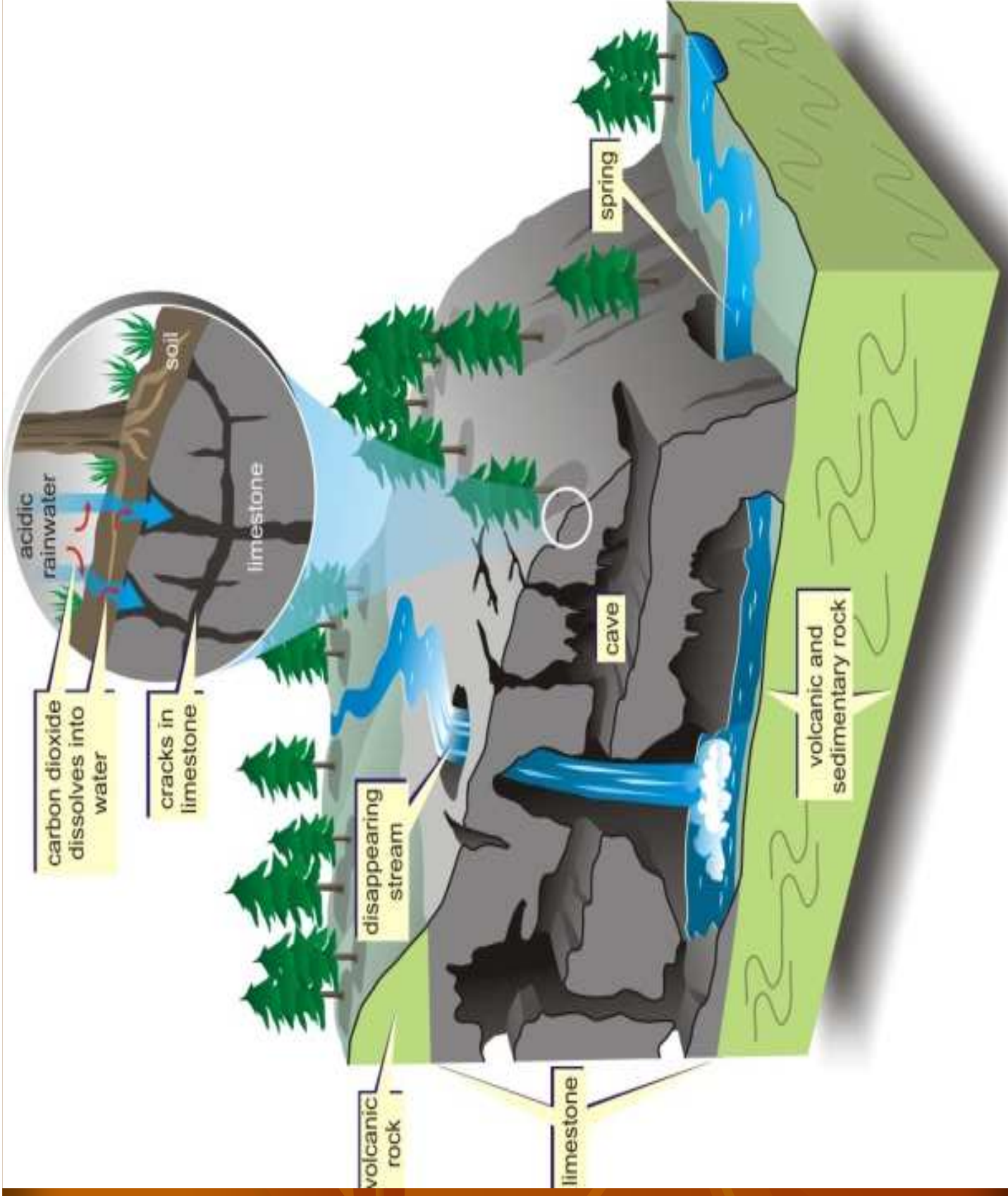


Карстовые явления

Карстовые явления распространены в местах залегания легкорастворимых горных пород: известняков, доломитов, гипса, поваренной соли. В результате выщелачивания поверхностными и движущимися подземными водами в глубине пород возникают обширные трещины, пустоты и пещеры, а на поверхности образуются углубления, воронки, замкнутые котловины, карстовые колодцы, создающие особую форму земной поверхности.

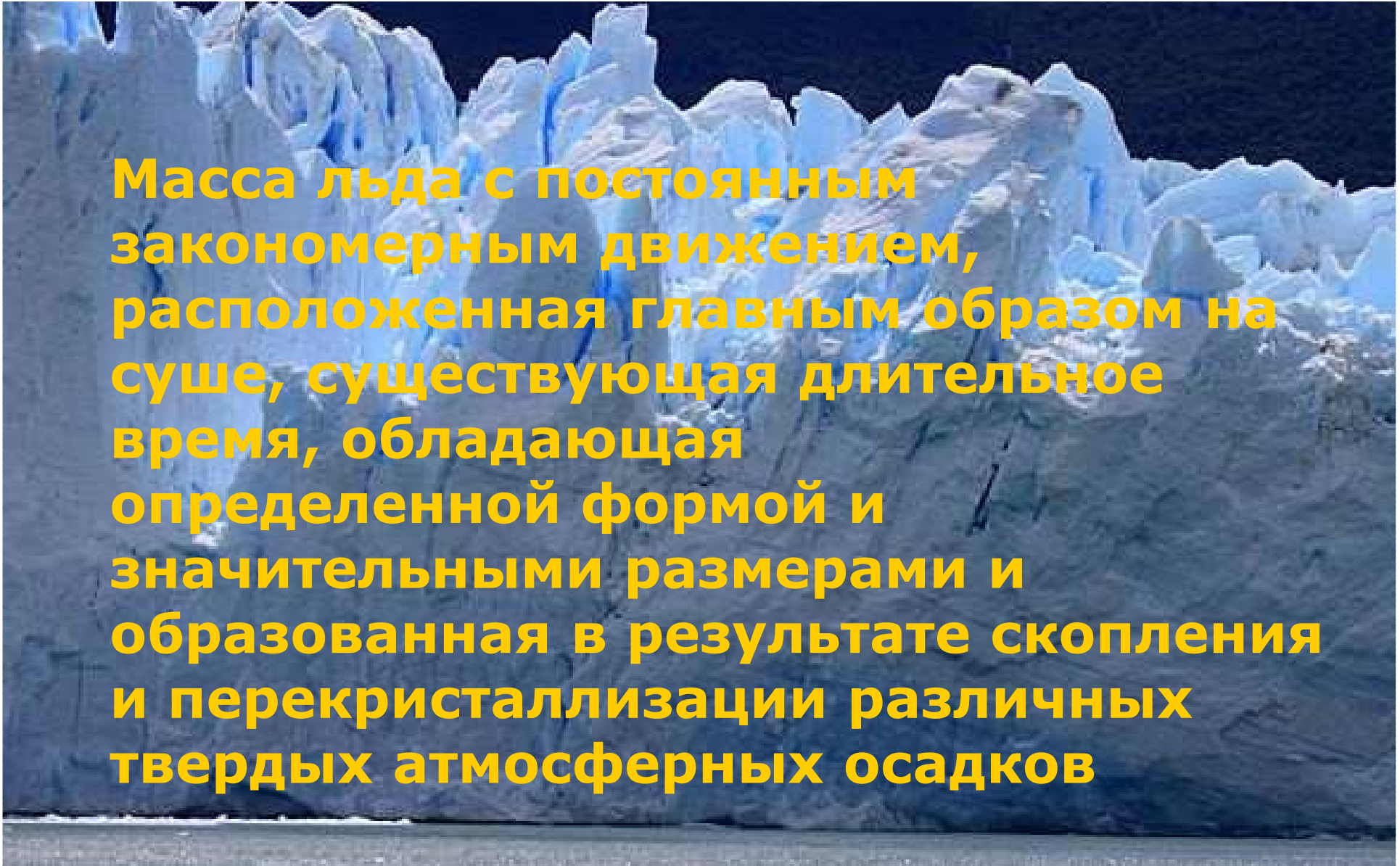






Ледники

Масса льда с постоянным закономерным движением, расположенная главным образом на суше, существующая длительное время, обладающая определенной формой и значительными размерами и образованная в результате скопления и перекристаллизации различных твердых атмосферных осадков

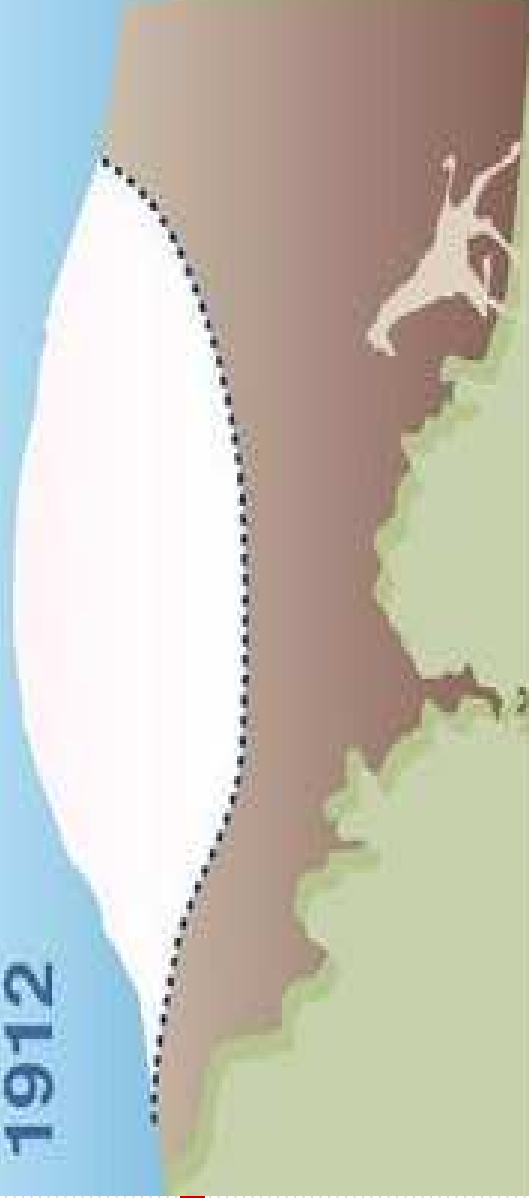


Снеговая линия

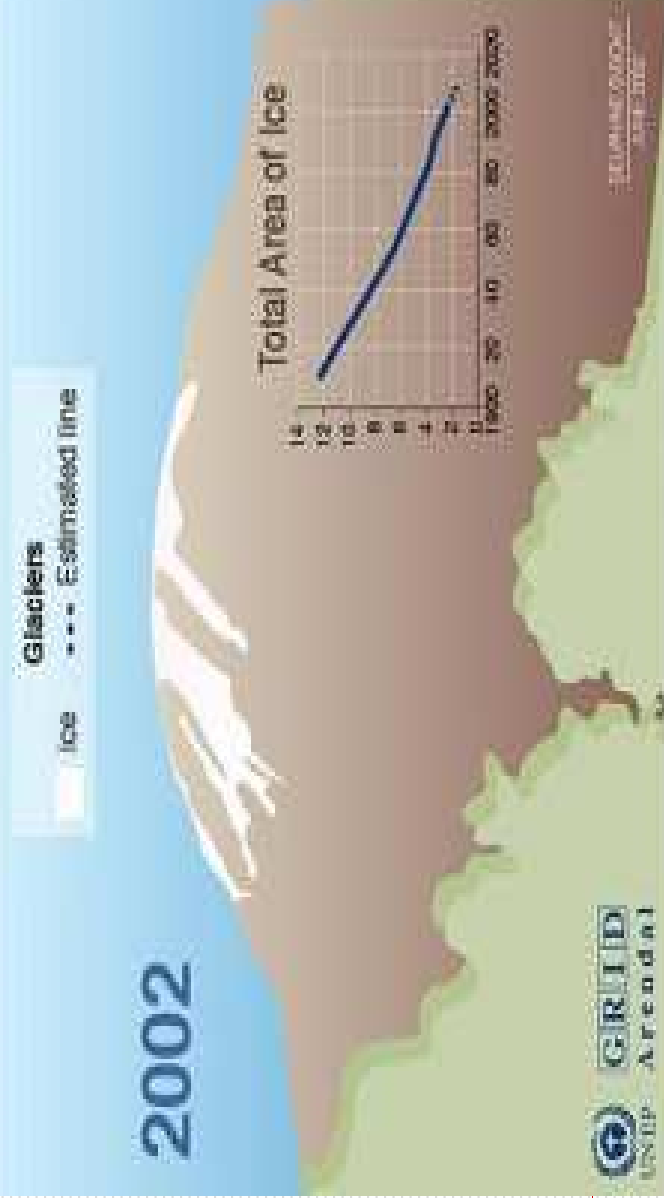
- ❑ Основное условие существования ледников – постоянные низкие температуры в течение большей части года, при которых накопление снега преобладает над его таянием
 - ❑ Граница, выше которой снег не тает полностью даже летом из-за недостатка тепла, называется климатической **снеговой линией**
 - ❑ На Шпицбергене снеговая линия проходит на высоте около 460 м над уровнем моря, на вулкане Поучата в Южной Америке - 6120 м, в Гималаях - от 4900 до 6000 м, в Экваториальной Африке (Килиманджаро) - на 5200 м, на Кавказе 2700 - 3800 м.
-

The Melting Snows of Kilimanjaro

1912



2002



Sources: Meeting of the American Association for the Advancement of Science (AAAS), February 2001; Earthobservatory.nasa.gov

Снеговая линия

- На положение снеговой линии оказывает влияние
 - экспозиция склонов гор, т. е. ориентировка их относительно стран света (в северном полушарии на северных склонах хребтов снеговая линия ниже, чем на южных, разница в высоте может составлять несколько сотен (300-800) метров)
 - степень увлажненности района (в более влажных районах снеговая линия при прочих равных условиях располагается ниже, чем в местах с менее обильными осадками)
-

Фирн

- ❑ Твердые атмосферные осадки накапливаются в отрицательных (вогнутых) формах рельефа ⇒ свежавыпавший снег днем оттаивает с поверхности, а ночью вновь замерзает, покрываясь тонкой ледяной корочкой – **настом** ⇒ часть талой воды просачивается внутрь снежной массы и там отвердевает в виде крупинок, зерен и пленок, обволакивающих снежинки
 - ❑ Нижние пласты под давлением верхних делаются плотнее и переходят в пузырчатую серо-белую массу, состоящую из ледяных зерен и называемому **фирном** (имеет слоистое строение, толщина слоев - от нескольких мм до десятков см)
 - ❑ Фирн, уплотняясь под давлением вышележащих слоев, переходит в белый фирновый лед, а затем в чистый, прозрачный, ледниковый лед голубого цвета
-

Ледниковый лед, его свойства

- Свойство льда срастаться в одну глыбу вследствие отвердевания жидкой пленки, заключенной между отдельными кусками льда, приведенными в соприкосновение - **режелация**
 - Благодаря режелации происходит слияние двух ледниковых потоков в один, фирновые зерна смерзаются в плотную ледяную массу, заплывают трещины в ледниках и т. д.
-

Ледниковый лед, его свойства

- Способность ледника течь под влиянием непрерывно действующей силы – **пластичность**
 - Под влиянием тяжести и в силу присущей ему пластичности лед, образовавшийся под покровом фирнового поля, начинает стекать вниз по склону горы или дну долины. Выползая из-под фирнового покрова, ледник опускается ниже снеговой линии
 - Таким образом, ледник может быть разделен на две части:
 - верхнюю, где преобладает накопление снега и льда (**фирновый бассейн или бассейн питания**), и нижнюю, где происходит стайвание ледника (**область стока, область абляции, язык ледника**)
 - Ледниковый язык и фирновый бассейн отличаются по внешнему виду
-

Язык ледника



Движение ледников

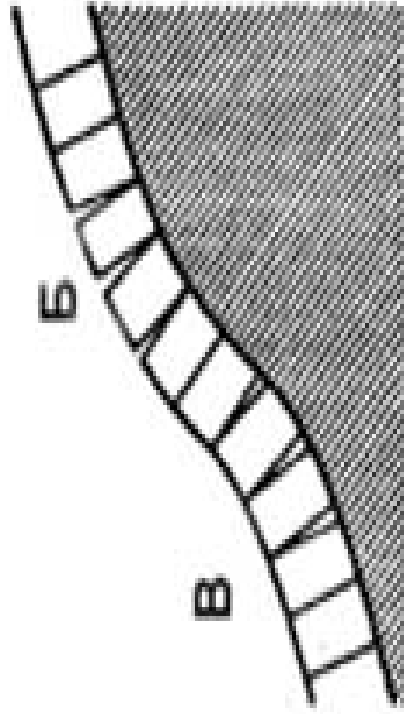
- Движущая сила - сила тяжести
- Течение ледника сходно с течением водного потока
 - Скорость движения льда в результате трения его о склоны долины постепенно уменьшается от середины ледника к краям
 - Вследствие различного сопротивления скорость убывает от поверхности ледника к его дну
 - Сужение долины вызывает увеличение скорости движения ледника в этом месте
 - Расширение снижает скорость
 - Уменьшение скорости движения ледника наблюдается на участке от выхода его из-под фирнового поля до конца ледника
- Скорость движения ледников
 - материковый лед движется со скоростью 20-30 м/год
 - самые крупные ледники в Альпах имеют скорость движения 30-150 м /год
 - на Шпицбергене - до 365 м /год
 - некоторые гималайские ледники - до 700-1300 м /год

Движение ледников

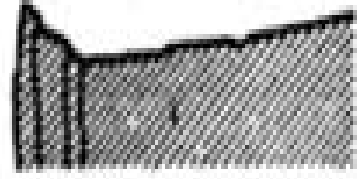
- ❑ Поперечные трещины образуются при наличии в ложе ледника резких уступов
 - ❑ Продольные - вследствие растекания льда в стороны при переходе ледника из более узкого участка долины в расширенный и различной скорости движения по оси ледника и у берегов
-

Ледниковая трещина

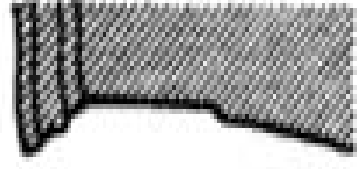




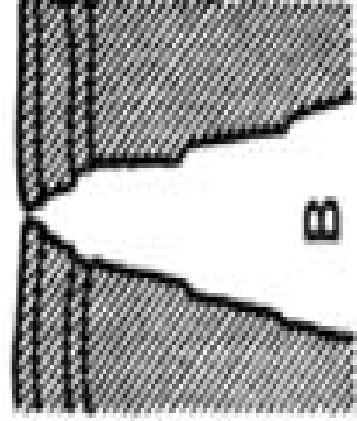
А



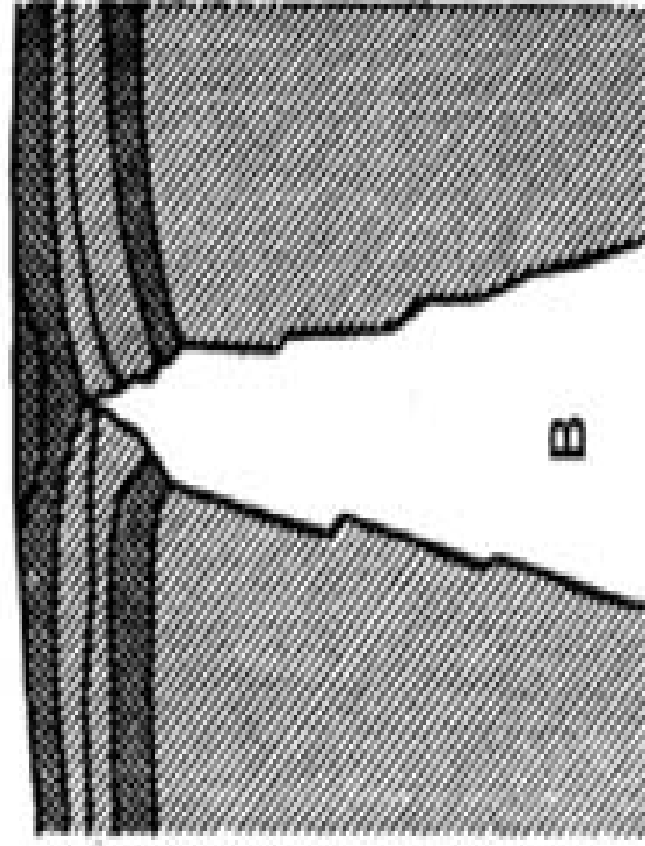
Б



В



В



Формы ледниковых трещин

- а - образование трещин; б - открытые трещины;
- в - закрытые трещины.

Бергшрунд - трещина в области
питания ледника, разделяющая
~~неподвижную и подвижную части~~
ледника



Бергшрунд



Ледниковая трещины

- Рандклюфты – боковые трещины, отделяющие ледник от скал
-

Морены

- Все продукты разрушения горных пород - от крупных каменных глыб до мелкой пыли, - попавшие в тело ледников и движущиеся вместе со льдом, называют **мореной**
 - Морены, участвующие в перемещении ледника, называются **движущимися**, а те из них, которые прекратили движение, - **отложенными**.
 - Движущиеся морены в соответствии с их положением в леднике
 - Поверхностные
 - Внутренние
 - Донные
-

Морены

□ Поверхностные морены

- возникают в результате скопления на поверхности ледника обломков горных пород со склонов долины + пыль
- Валы, образующиеся из обломочного материала по краям ледника, носят название **боковых морен**

□ Поверхностная морена обычно состоит из угловатых обломков неправильных очертаний

□ Внутренняя морена

- формируется из материала, попавшего сначала на поверхность, а затем поглощенного ледником
-

Морены

- **Нижняя, или донная, морена**
 - образуется из материала, оторванного ледником от своего ложа, а также в результате опускания части поверхностной и внутренней морены
 - **Материал, образующий донную морену, характеризуется окатанностью форм: резкие углы камней сглажены, валуны покрыты царапинами и штрихами**
-

морена

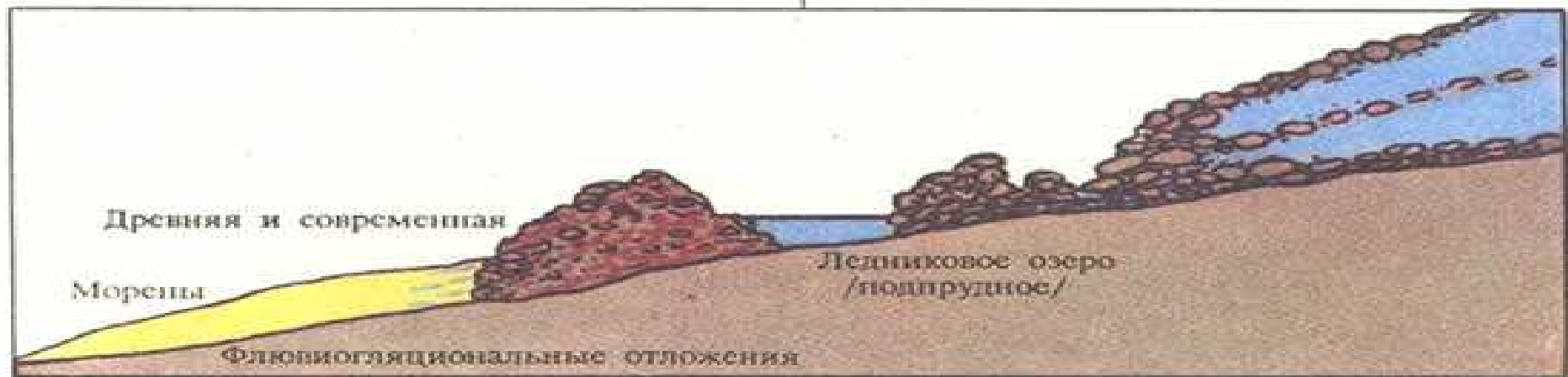
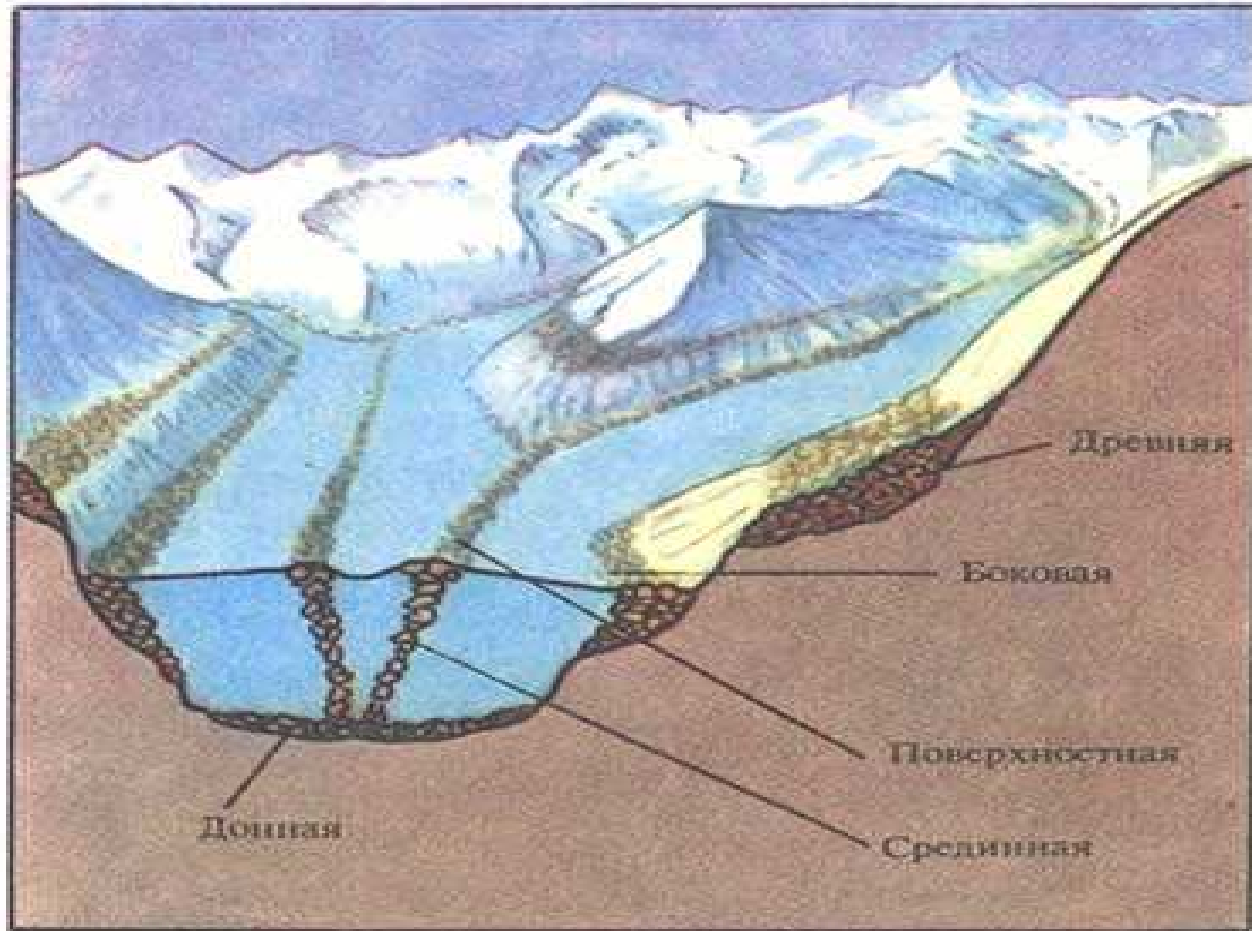


lateral moraine

Срединная морена



Морены

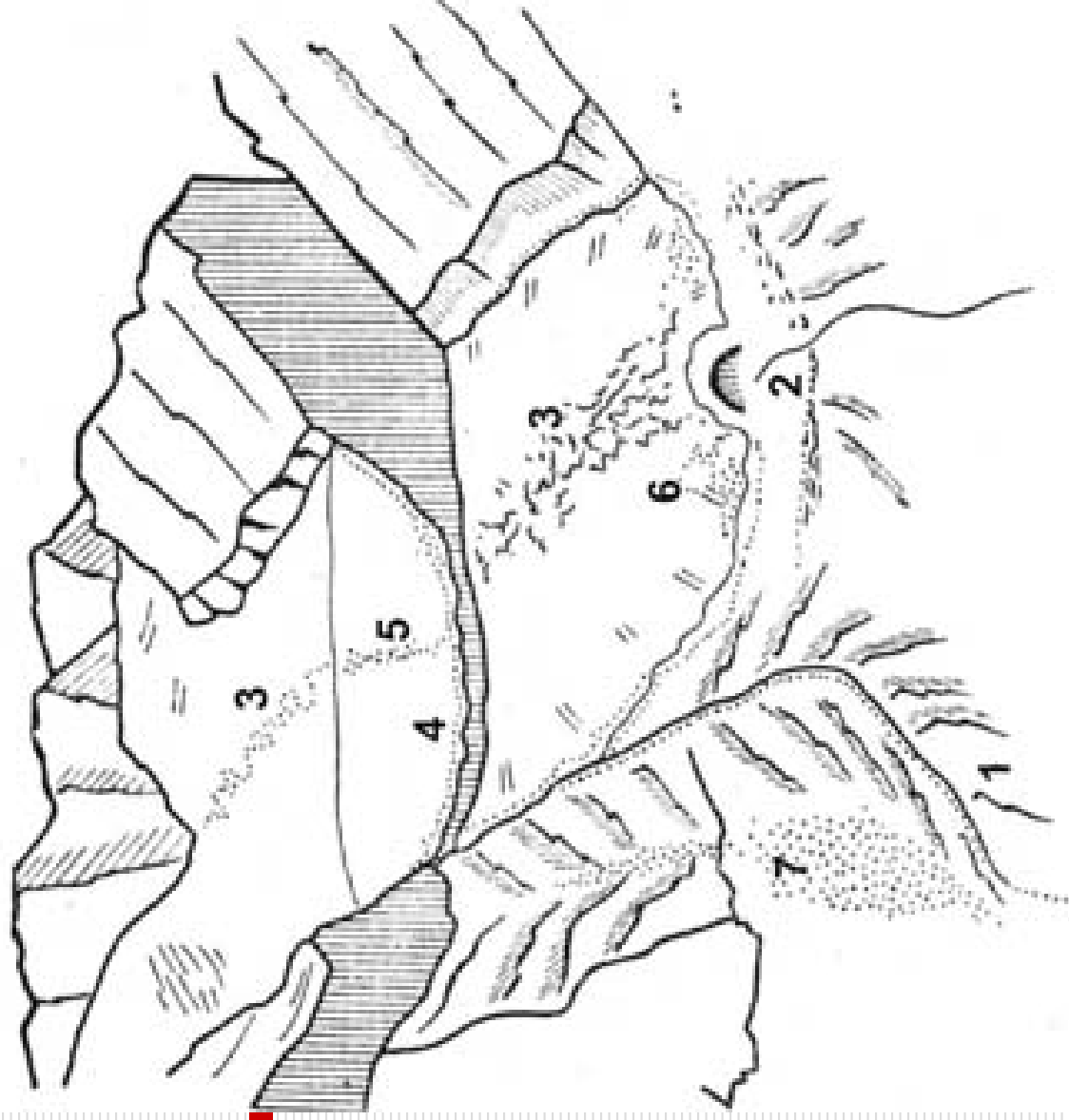


Движение ледников

- ❑ Весь моренный материал ледник переносит к своему концу, где нагромождает его в виде вала, располагающегося поперек долины - это конечная морена
 - ❑ Воздействие ледника на ложе и на препятствия, встречающиеся на пути его движения, выражается в том, что ледник шлифует горные породы, стирает и перетирает обломочный материал и в более мягких породах выпахивает глубокие борозды
-

Моренное озеро



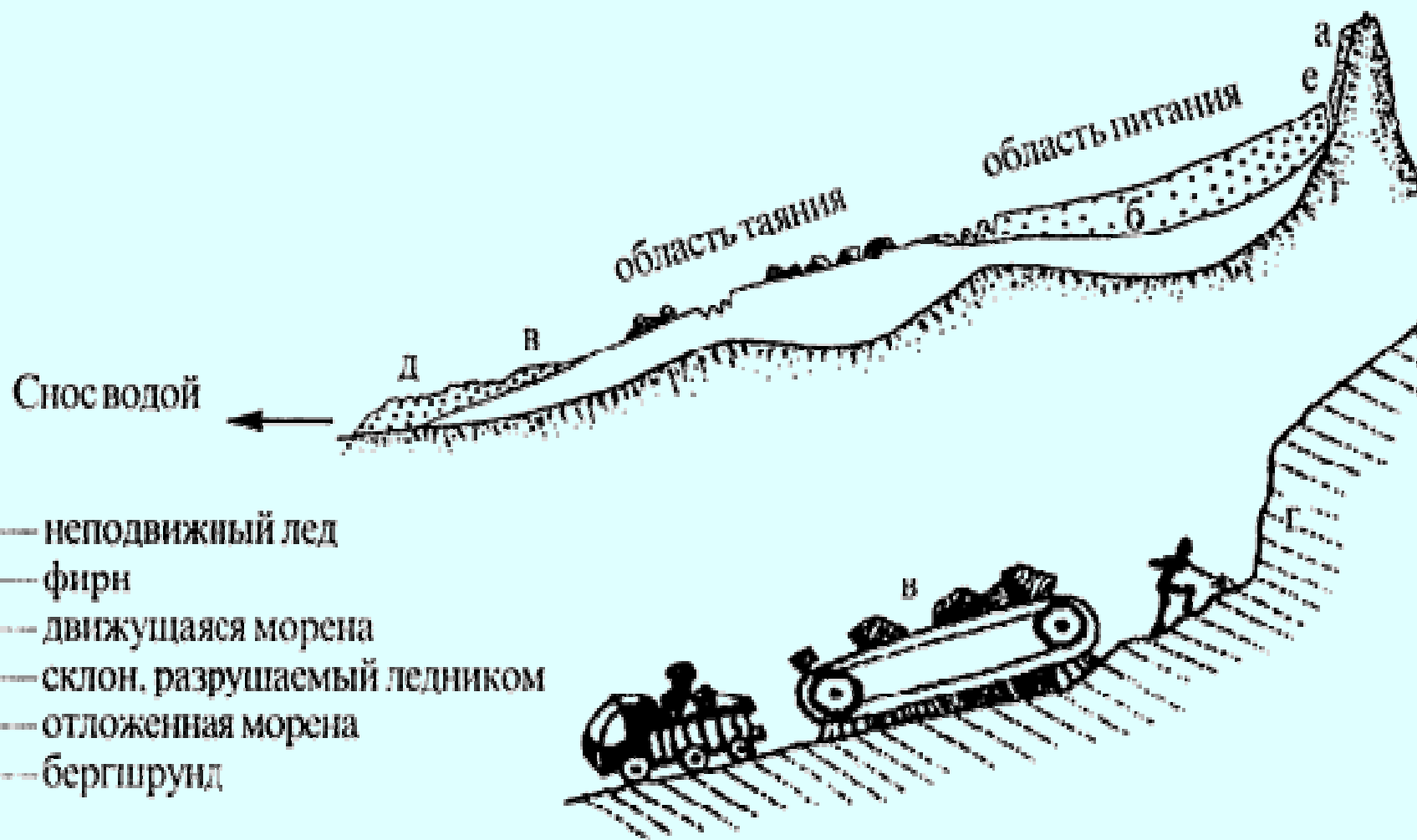


Образование морен

1 - боковая (бортовая); 2 - фронтальная (конечная);

3 - срединная; 4 - донная; 5 - внутренняя; 6 - покровная (моренный чехол); 7 - моренный карман.

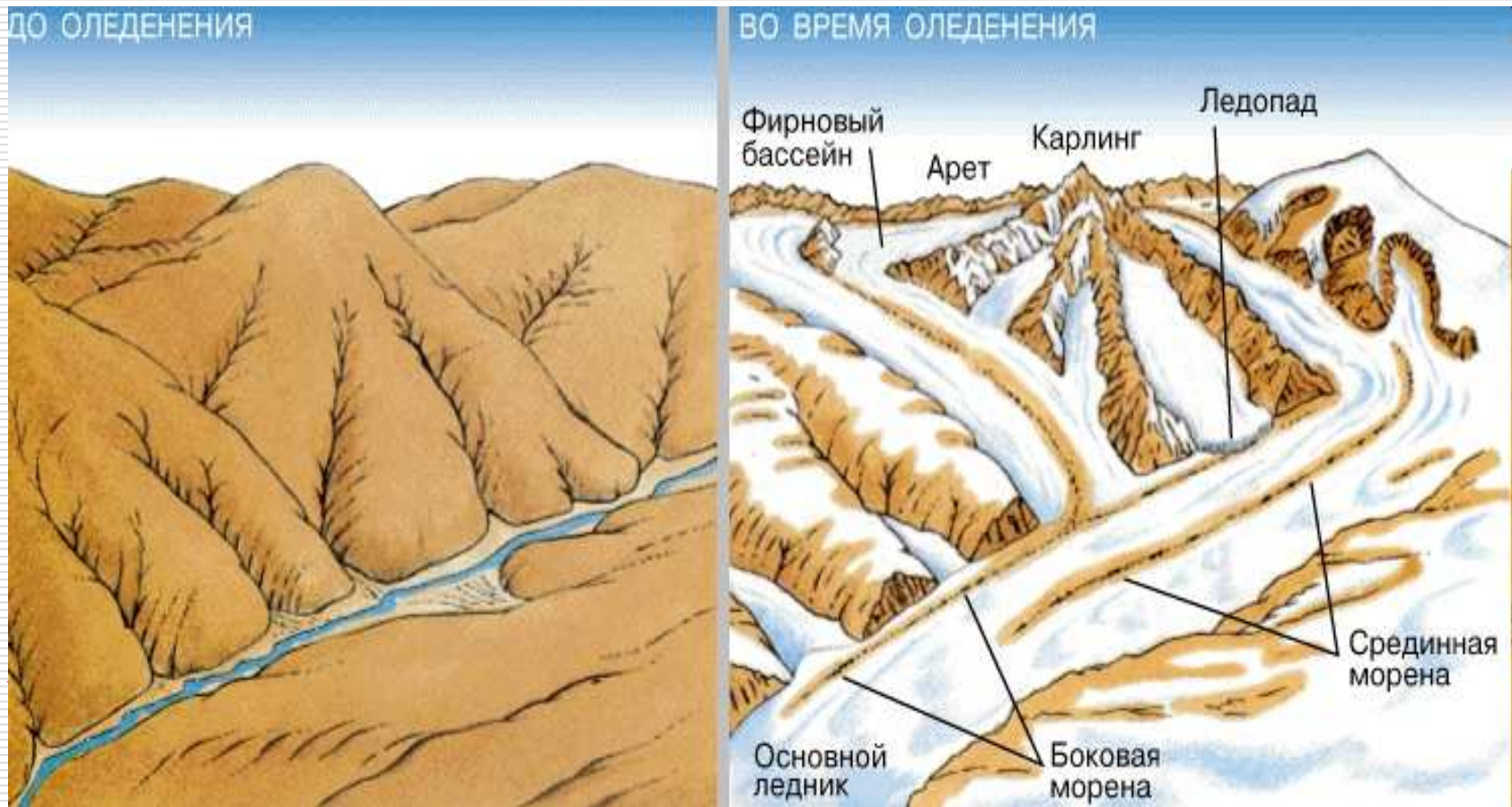
Движение ледников. Ледниковая эрозия



Ледниковые шрамы

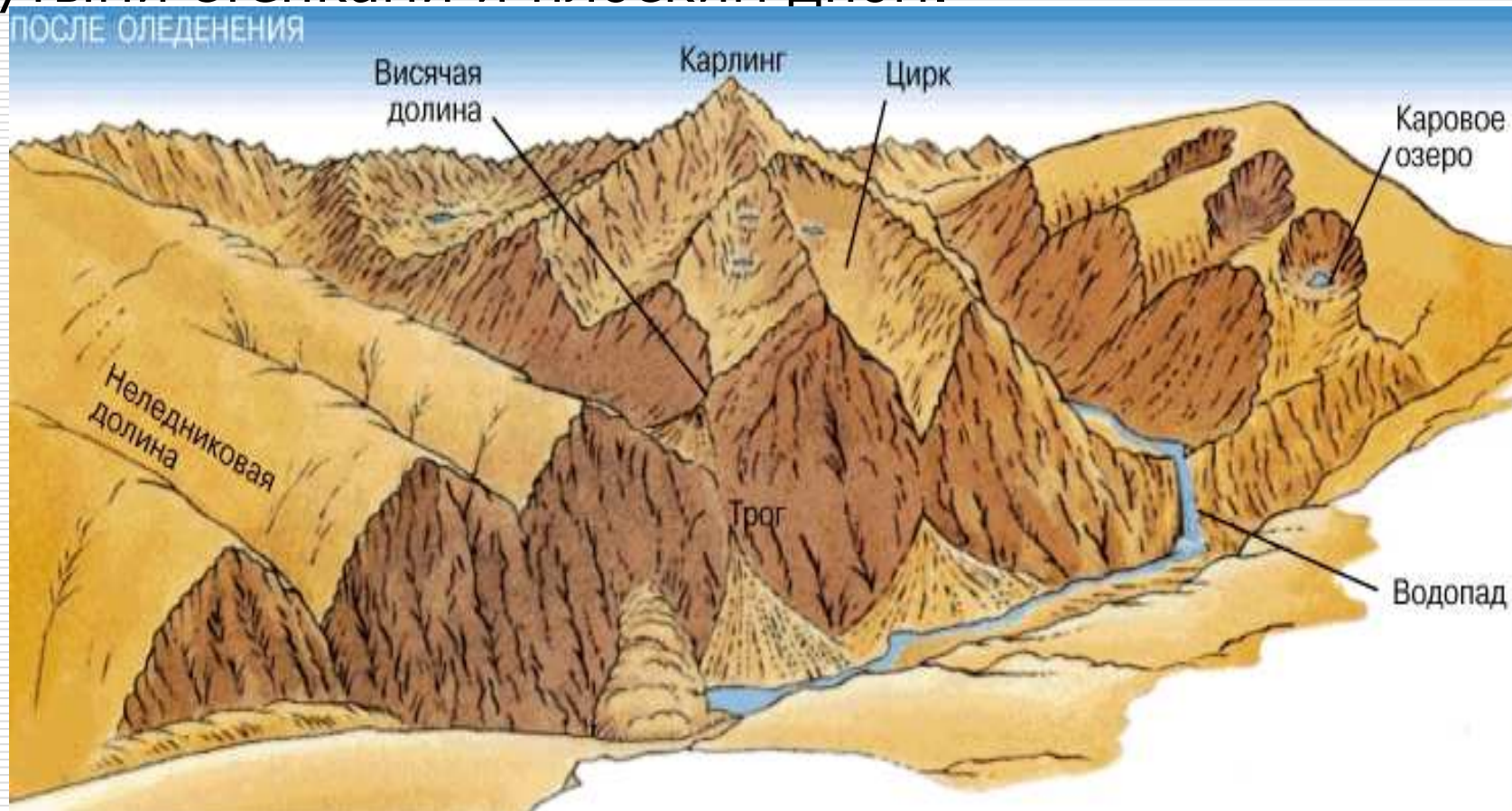


Карлинг – горная вершина пирамидальной формы со слегка вогнутыми гранями (ледник врезается с ~~разных сторон в горный массив~~). **Арет** – острый гребень, образованный эрозией в месте столкновения двух ледников



Трог, (от нем. Trog — корыто) — долины с корытообразным (U-образным) поперечным профилем, широким дном и крутыми вогнутыми бортами, которые связаны с выпахивающей деятельностью ледников.

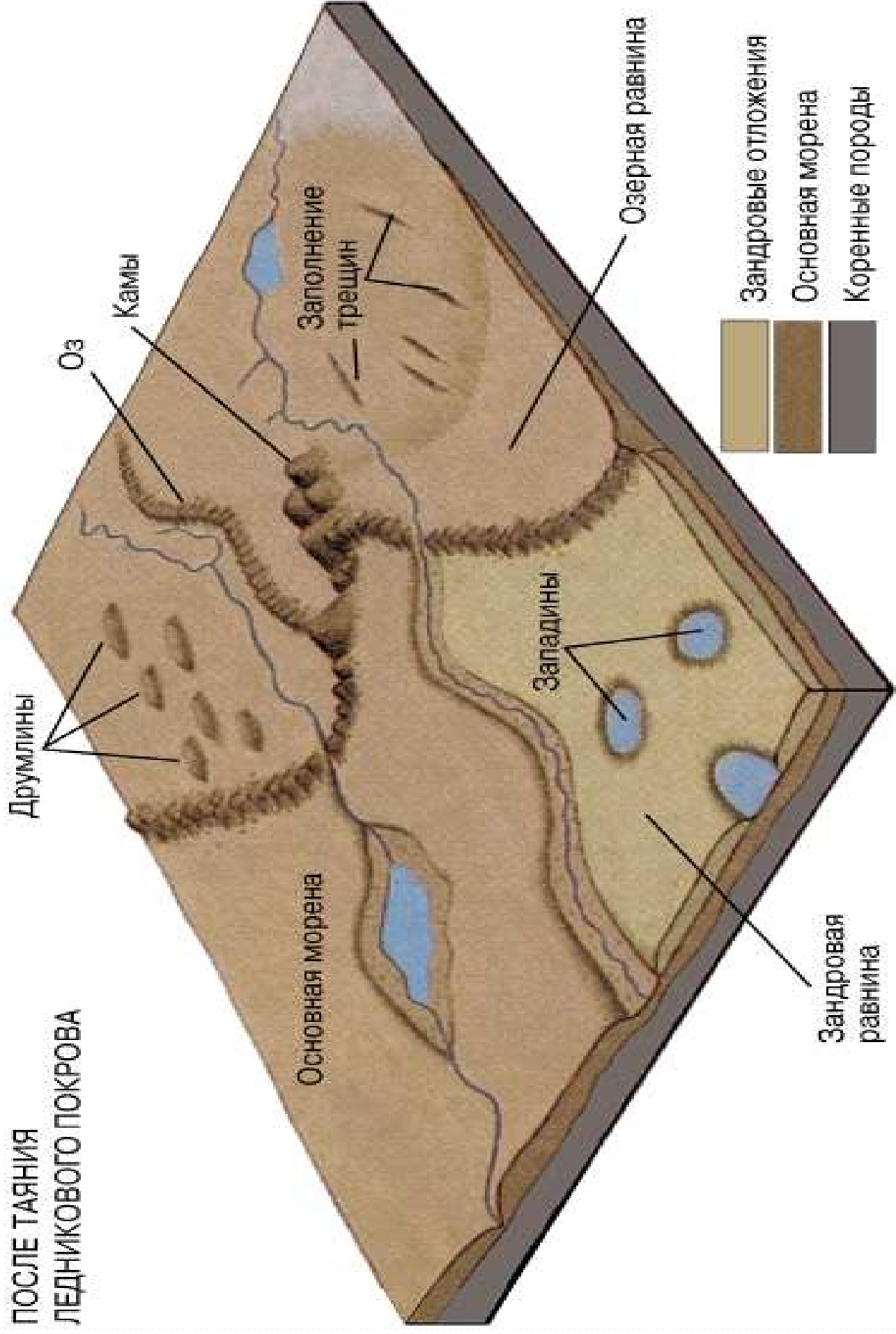
Ледниковые цирки расположены в верхних частях глубоких ледниковых долин, имеют форму чаши с крутыми стенками и плоским дном.



Зандры (исл. sandr, от sand — песок), равнины, сформировавшиеся у окраин древних покровных ледников потоками талых вод; сложены песками и галечниками.



ПОСЛЕ ТАЯНИЯ ЛЕДНИКОВОГО ПОКРОВА



Ледниковая эрозия

- ❑ **Западина** - мелкая замкнутая плоскодонная котловина округлой формы
- ❑ **Друмлины** — (англ. drumlis) - холмы, возникшие в результате древнеледниковой аккумуляции и вытянутые в направлении движения ледника. Сложены преимущественно моренным материалом
- ❑ **Камы** (нем., единственное число Камм, буквально — гребень), холмы и гряды в областях распространения материкового оледенения. Встречаются одиночно и группами
- ❑ **Озы** сложены хорошо промытыми слоистыми песчано-гравийно-галечными отложениями с глыбами валунов. Они образовались в результате отложения песка, гальки, гравия, валунов потоками талых вод, протекавших по каналам и долинам внутри покровных ледников

Таяние ледников

- Нагревание льда солнечными лучами
 - нагревание теплым воздухом
 - действием дождей
 - теплом, излучаемым окружающими ледник склонами гор
 - Приток тепла со стороны дна ложа (подледниковое таяние)
-

Таяние ледников

- Если льда поступает больше, чем может растаять и испариться, то размеры ледникового языка увеличиваются, он делается длиннее и спускается ниже по долине — **ледник наступает**
- Если масса ледника уменьшается, язык становится короче, как бы отодвигаясь вверх по долине, - **ледник отступает**
- Сезонные колебания составляют не больше одного-двух десятков метров
- Наступание и отступление ледника, происходящее в течение длительного (многолетнего) периода, обуславливается циклическими колебаниями климата. Увеличение осадков в зоне питания ледника и снижение температур воздуха в зоне таяния приведут к систематическому росту ледника и его распространению вниз по долине. Обратный процесс обусловит сокращение ледника или даже полное его исчезновение.

Типы ледников

- 1) материковые, или покровные**
 - 2) горные**
 - 3) промежуточные, или смешанные**
-

Материковые (покровные) ледники

- ❑ Ледники растекания, в виде сплошного ледяного щита мощностью до нескольких км, площадью в млн. км²
 - ❑ Направление движения и щитообразно выпуклая форма не зависят от характера подстилающего рельефа
 - ❑ Область питания расположена в центральной наиболее возвышенной части, откуда лед растекается по радиусам к периферии
-

Материковые (покровные) ледники

- ❑ Расход льда осуществляется путем его стока в шельфовые ледники и откалывания айсбергов
 - ❑ Из общей площади современных ледниковых покровов 85,3% - наземный ледниковый покров Антарктиды, 12,1% - покров Гренландии
-

Купол покровного ледника



Горные ледники

- Ледники стока, занимают преимущественно отрицательные формы рельефа, движение в них происходит под действием силы тяжести вниз по склону
-

Долинные ледники

- Занимают часть долины. Верхняя часть расширенная в виде чаши (бассейн), нижняя – канал истечения льда, вместилище ледникового языка
 - Долинный язык, состоящий из одного ледяного потока – **простой** (характерны для Альп, альпийский тип), если он имеет боковые притоки – **сложный**
-

ДОЛИННЫЙ



Висячие ледники

- Встречаются на склонах горных хребтов или отдельных гор, не приурочены к каким-либо резко выраженным понижениям рельефа.
 - Они почти никогда не спускаются к подошве горы, а висят высоко, словно приклеенные всей своей массой к склону.
-

ВИСЯЧИЕ



каровые

- Ледники, занимающие на склонах гор нишеобразные углубления с крутыми стенками и плоским дном, называются каровыми или мультдовыми.
-

каровые



Ледники горных вершин

- ❑ **Переветные ледники** - два или несколько ледников, расположенные на противоположных склонах хребта и имеющие общую область аккумуляции на его седловине
- ❑ **Ледники плоских вершин** образуются в горных странах, где гребни гор имеют обширные горизонтальные или слабо наклоненные в одну сторону площадки
- ❑ **Ледники вулканических конусов** заполняют углубление на вершине потухшего вулкана, лучеобразно спускаются во все стороны по бороздам и трещинам, ~~заложенным в склонах горы~~

Ледники вулканических конусов



Ледники плоских вершин

